BIBLIOTHÈQUE
DE BOTANIQUE APPLIQUÉE

DIRECTEURS
PROF^rs H. LECOMTE ET L. MANGIN

Utilisation des Algues Marines

PAR
CAMILLE SAUVAGEAU

…E OCTAVE DOIN
GASTON DOIN, ÉDITEUR-PARIS

Gaston DOIN, éditeur, 8, place de l'Odéon, Paris.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

Publiée sous la direction du Dr TOULOUSE

BIBLIOTHÈQUE

DE BOTANIQUE APPLIQUÉE

Phanérogames

Directeur : H. LECOMTE
Membre de l'Institut
Professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

Cryptogames

Directeur : L. MANGIN
Membre de l'Institut
Directeur du Muséum d'Histoire naturelle

Les ouvrages qui doivent composer cette série sont aussi nombreux que variés et leur liste, qui est un véritable programme, est loin d'être actuellement aussi complète qu'elle pourrait l'être.

C'est qu'en effet la botanique forme la base d'une multitude de sciences spéciales qui empruntent leurs matériaux d'étude au monde des plantes et qui ne peuvent, sans la

connaissance des végétaux, acquérir de la précision et de l'intérêt.

Comment serait-il possible, en effet, de faire connaître les *bois industriels*, les *céréales*, les *arbres fruitiers*, les *plantes des jardins et des serres*, les *plantes à caoutchouc et à gutta*, les *plantes médicinales*, les *palmiers*, les *arbres des forêts et des squares*, les *épices*, etc., sans grouper méthodiquement les plantes à étudier et sans fournir au lecteur leurs caractères biologiques et taxinomiques?

L'étude des plantes n'intéresse pas seulement le botaniste, mais aussi tous ceux, horticulteurs, industriels, commerçants ou simplement amateurs, qui recherchent, dans le monde si varié des végétaux, la source de leurs intérêts ou la satisfaction d'une légitime curiosité.

La Bibliothèque de Botanique appliquée comprendra donc une série importante d'ouvrages relatifs aux diverses plantes utilisées par l'agriculture, l'industrie ou l'horticulture, depuis les modestes plantes fourragères qui émaillent nos prairies ou les plantes potagères cultivées dans nos jardins, jusqu'aux arbres qui peuplent les forêts ou les squares et les plantes de grande culture comme le riz, le caféier, la canne à sucre ou le cotonnier, qui sont une source permanente d'activité et de richesse pour la métropole et pour les colonies.

Cette série ainsi comprise, constituée par des ouvrages éminemment variés au point de vue des matières traitées, mais prenant toujours dans la connaissance des plantes une base solide et nécessaire s'adressant à la fois aux botanistes, au public instruit, aux agriculteurs, aux industriels, aux commerçants et aux coloniaux, rédigée par des spécialistes et des savants connus, est appelée, nous l'espérons, à rendre de réels services et à prendre place dans la bibliothèque de tous ceux qui ne séparent pas des progrès de la science le développement ininterrompu des arts, de l'industrie et de l'agriculture.

Les volumes sont publiés dans le format in-18 jésus; ils forment chacun de 300 à 400 pages avec ou sans figures dans le texte. Le prix marqué de chacun d'eux, relié toile, est fixé, quel que soit le nombre de pages, à 7 fr. 50. Chaque ouvrage se vend séparément.

Voir, à la fin du volume, la notice sur l'ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE, pour les conditions générales de publication.

TABLE DES VOLUMES
ET LISTE DES COLLABORATEURS

*Les volumes parus sont indiqués par un **

PHANÉROGAMES

*15. **Les Bois industriels**, par M. Beauverie.

*16. **Les Plantes à gommes et à résines**, par M. Jacob de Cordemoy, Chargé de Cours à l'Ecole de Médecine de Marseille.

17. **Les Plantes à caoutchouc et à gutta-percha.**

*18. **Les Palmiers**, par M. Gatin, préparateur à la Sorbonne.

19. **Les Plantes des jardins.**

20. **Principales Plantes de serres.**

21. **Les Plantes oléagineuses**, par M. Dubard.

CRYPTOGAMES

* 1. **Utilisation des Algues marines**, par M. C. Sauvageau, Professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux.

2. **Culture et utilisation des Champignons.**

3. **L'utilisation des Bactéries.**

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

du **Dr TOULOUSE**, Directeur de Laboratoire à l'École des Hautes-Études.

Secrétaire général : **H. PIÉRON.**

BIBLIOTHÈQUE DE BOTANIQUE APPLIQUÉE

Phanérogames | *Cryptogames*

Directeur : **H. LECOMTE**
Membre de l'Institut
Professeur au Muséum d'Histoire naturelle

Directeur : **L. MANGIN**
Membre de l'Institut
Directeur du Muséum d'Histoire naturelle

UTILISATION DES ALGUES MARINES

UTILISATION

DES

ALGUES MARINES

PAR

Camille SAUVAGEAU

CORRESPONDANT DE L'INSTITUT

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE BORDEAUX

Avec 26 figures dans le texte

PARIS

LIBRAIRIE OCTAVE DOIN

GASTON DOIN, ÉDITEUR

8, PLACE DE L'ODÉON, 8

1920

INTRODUCTION

ET

GÉNÉRALITÉS SUR LES PLANTES MARINES

Sommaire. — Mode de vie des Algues marines. — Importance des Algues dans la classification botanique. — Intérêt de leur étude scientifique. — Livres où elles sont décrites. — Leur nomenclature. — Plantes marines autres que les Algues — Substances que renferment les Algues ; leur analyse chimique et causes biologiques des erreurs. — L'iode et le brome dans les plantes marines. — Goémon et Varech.

La guerre, en entraînant chez nous une diminution considérable de la main-d'œuvre agricole, en raréfiant les importations d'outre-mer, a produit une pénurie de céréales et d'autres plantes alimentaires pour l'homme et les animaux. Des personnes bien intentionnées proposèrent des remèdes à cette crise. On vit des mondaines annoncer qu'elles transformaient les pelouses de leurs parcs en champs de pommes de terre ; on vit des professeurs de grec ou de latin, s'improvisant agriculteurs, conduire des collégiens ensemencer des terrains incultes ; ce fut probablement beaucoup de semences perdues.

D'autres, qui ignoraient tout de la mer, s'étonnèrent qu'elle ne fut pas mieux exploitée ; j'ai moi-même reçu plusieurs lettres se résumant en ceci : La mer contribue largement à l'alimentation de l'homme en lui fournissant d'excellents poissons, crustacés et mollusques ; pourquoi laisse-t on perdre les Algues marines qui abondent sur nos côtes au lieu de les utiliser pour notre nourriture ? Certains se posaient simplement la question *a priori*, sans se demander si nous utilisions, au mieux de nos intérêts, les plantes terrestres sauvages autrement plus faciles à récolter et à préparer que les plantes marines.

Sur ces entrefaites, l'Intendant militaire Adrian, préoccupé de la nourriture des chevaux de l'armée, essaya de leur faire manger des Laminaires qui avaient été industriellement et chimiquement traitées pour en retirer les sels et, après réussite, il annonça que ces Laminaires pourraient avantageusement, au moins dans une certaine proportion, remplacer l'avoine. Cela fit naître l'espoir que la crise de l'avoine, particulièrement intense en 1917 et 1918, était résolue. Certains pensèrent aussitôt à fonder des usines pour tirer profit de l'idée d'Adrian ; d'autres parlèrent de cultiver les Laminaires comme on cultive les Huîtres et les Moules. Les Algues marines leur paraissaient devoir jouer un rôle aussi important dans l'alimentation humaine ; elles devaient pourvoir à bon marché à tous nos embarras alimentaires. En présentant au grand public les résultats obtenus par Adrian, un savant très connu disait d'une Laminaire boréale qui descend sur nos côtes de la Manche, l'*Alaria esculenta*, qu'elle est l'ali-

ment ordinaire (*sic !*) des populations littorales de l'Irlande, de l'Ecosse, du Danemark, des Feroë et cela, heureusement pour ces populations littorales, est considérablement exagéré. De pareilles exagérations faussent le jugement du public.

En m'invitant à faire quelques expériences sur l'alimentation des animaux, le Directeur des Inventions du Ministère de l'Armement m'engageait à publier une mise au point de la question de l'utilisation des Algues marines. Depuis, les événements se sont déroulés avec bonheur sur le théâtre de la guerre et les raisons pour lesquelles cette demande m'avait été faite ne se représenteront plus. Cependant, l'attention du public a été attirée sur la question des Algues marines et certains parlent de construire des usines pour les exploiter, comme si leur découverte datait d'hier, comme si personne n'y avait songé avant eux ; j'ai lu des prospectus financiers où l'on promettait d'énormes dividendes ; la lecture de ce livre engagera peut-être à la prudence. D'ailleurs, cette question étant bien mieux connue aux Etats-Unis et en Grande-Bretagne qu'en France je ne crois pas inutile de la traiter. Elle est intéressante aux points de vue de l'économie domestique et de l'économie rurale, plus encore au point de vue industriel, car les américains, après avoir longtemps négligé cette source de revenus, l'ont récemment étudiée méthodiquement et semblent vouloir exploiter les Algues marines sur une vaste échelle. Quels que soient les résultats déjà obtenus par eux, il ne paraît pas inutile non plus d'exposer pourquoi les conditions de

cette exploitation seraient moins rémunératrices en France qu'en Amérique.

Quelques remarques préliminaires s'imposent.

Si l'on veut non pas se borner à des études de laboratoire ayant un intérêt purement scientifique, mais établir des faits pratiques, économiquement ou industriellement, il faut tenir compte des conditions dans lesquelles se présentent les Algues marines, conditions bien différentes de celles auxquelles les plantes terrestres nous ont habitués, et qui peuvent en rendre l'exploitation ou trop difficile, ou trop onéreuse, ou trop intermittente.

Les Algues vivent sur les rochers ou sur les pierres que couvre la mer, dans des eaux propres et soumises à une certaine agitation ; les plages sableuses, les eaux tranquilles ou malpropres, ou mélangées d'eau douce, sont quasi stériles ou n'abritent qu'un petit nombre d'espèces. Dans la Méditerranée, la récolte à la main se limite donc à celles qui sont voisines de la surface. Sur les côtes de l'Océan, on atteindra à la main toutes celles que découvre la marée ; ici, la possibilité et l'abondance de la récolte dépendront de la pente de la côte, de l'amplitude de la marée au point considéré, des périodes de morte eau et de vive eau. En outre, la plupart des espèces d'Algues vivant à un niveau vertical déterminé, caractéristique pour chacune d'elles, telle espèce sera accessible chaque jour, telle autre, qui vit plus profondément, ne sera accessible qu'aux marées de syzygies ou même aux marées d'équinoxe ; la récolte de ces dernières, à moins qu'elle

s'effectue à l'aide d'un bateau, sera donc nécessairement très intermittente, même en supposant un temps toujours favorable et qu'une tempête ne survienne pas au moment le plus propice. D'autres, enfin, n'assèchent jamais ; un bateau sera toujours indispensable pour les récolter, ce qui n'évitera pas l'intermittence du travail ; on conçoit, en effet, que dans des parages où la marée a beaucoup d'amplitude, dans la Manche, par exemple, ce qui est récoltable au fond de l'eau à l'heure de la basse mer, cessera de l'être par plusieurs mètres d'épaisseur en plus.

L'immense majorité des plantes marines sont des Cryptogames du groupe des Algues ; les plus simples de celles-ci sont constituées par une cellule unique, tandis que les plus complexes ont une structure très différenciée et diverses Laminaires présentent même des tubes criblés comparables à ceux du liber des Phanérogames. Toutes possèdent de la chlorophylle ; chez certaines, un pigment supplémentaire brun ou rouge, dont l'abondance varie avec l'intensité lumineuse, masque la chlorophylle et produit toute une gamme de couleurs.

On appelle *Algues* les plantes sans fleurs pourvues de chlorophylle et qui ne possèdent ni tiges, ni feuilles, ces organes étant définis anatomiquement et non d'après leur forme extérieure ; les plantes qui, outre ces caractères négatifs, sont dépourvues de chlorophylle, sont des *Champignons*, et l'ensemble des Algues et des Champignons constitue les *Thallophytes*. Dans une classification

générale des végétaux, les Thallophytes sont opposés à trois autres embranchements de même importance théorique : *Muscinées*, *Cryptogames vasculaires* et *Phanérogames*. C'est tout au moins ainsi que la plupart des livres d'enseignement publiés en France divisent le règne végétal. Ce système n'a d'autre valeur que sa simplicité ; il est vieillot et donne une idée inexacte de l'importance relative des groupes.

D'apparition relativement récente sur le globe, les Phanérogames sont dans leur plein épanouissement et constituent un ensemble assez homogène ; les Algues sont plus anciennes et celles que nous voyons sont les restes d'un monde plus vaste ; leur ensemble est hétérogène ; l'organisation anatomique des Algues est moins complexe que celle des Phanérogames, mais les phénomènes de reproduction y sont infiniment plus variés ; ils sont même très différents entre deux groupes d'Algues auxquels on n'accordait pas autrefois plus d'importance taxinomique qu'à deux familles de Phanérogames. Tandis que nos connaissances progressaient, on a donc essayé d'établir une classification tenant mieux compte des rapports et des différences ; naturellement, on ne fait rien de définitif dans cette voie, on cherche seulement à faire mieux que les devanciers. Plusieurs auteurs allemands de traités généraux, comme ENGLER (*Syllabus*), SCHENK (*Lehrbuch* de STRASBURGER) admettent une douzaine d'embranchements dans le règne végétal au lieu de quatre, et cela est autrement plus suggestif ; pour eux, et je suis entièrement de leur avis, la totalité des Phanérogames continue à former

un seul embranchement, tandis que les Algues proprement dites, c'est-à-dire en dehors des *Flagellés*, des *Diatomées* et des *Characées* en constituent quatre : les *Conjuguées* qui sont toutes des Algues d'eau douce (*Spirogyra*), les Algues vertes ou *Chlorophycées* (*Vaucheria*, *Œdogonium*, *Ulva*, *Enteromorpha*), les Algues brunes ou *Phéophycées* (*Fucus*, *Laminaria*), les Algues rouges ou *Floridées* (*Chondrus*, *Gelidium*, *Rhodymenia*), la couleur que ces noms mentionnent n'étant qu'un accessoire dans leur caractéristique botanique. Cette interprétation est un notable progrès sur l'ancienne manière de voir. Elle n'empêche pas, d'ailleurs, que le terme collectif Algues continue à désigner, dans le langage courant, l'ensemble des plantes à chlorophylle rangées dans l'ancien groupe des Thallophytes. On devra toutefois se souvenir que le groupe Algues est hétérogène, que par suite ce qui, au point de vue des propriétés économiques ou de l'utilisation, s'appliquerait à telle ou telle Algue ne s'appliquerait pas nécessairement à telle ou telle autre.

Par leur pigment supplémentaire brun ou rouge, les Algues marines affectent donc des teintes variées. Or, l'eau absorbe inégalement les diverses radiations lumineuses. Quand un faisceau de lumière solaire traverse une épaisse couche d'eau, non seulement il s'atténue graduellement, mais il perd en route peu à peu ses constituants ; l'absorption se fait dans l'ordre des couleurs du spectre, les rayons rouges sont absorbés les premiers, puis les rayons orangés et ainsi de suite jusqu'au violet ; plus bas, aucune radiation lumineuse ne pénètre et, les

plantes ne pouvant vivre à l'obscurité, la végétation cesse à une certaine profondeur qui d'ailleurs varie suivant les localités ; il y a des eaux plus transparentes que d'autres. La mesure des radiations qui pénètrent à telle ou telle profondeur présente des difficultés ; toutefois, les Algues qui vivent dans l'eau à une profondeur donnée ne recevront pas, on le conçoit, une lumière de même composition que celles d'un niveau plus haut ou plus bas. Or, les solutions simples obtenant souvent du succès, même quand elles ne sont pas exactes, parce qu'elles évitent de chercher davantage et de réfléchir, on voit encore dans les livres, et sous l'influence d'ENGELMANN, que le pigment superposé au pigment vert permet à la plante d'assimiler aux dépens de radiations qui parviennent profondément et inutilisables par la chlorophylle, que, par suite, ce pigment supplémentaire règle la distribution verticale des Algues marines. On a ainsi parlé de bandes successives de végétation marine, verte puis brune et inférieurement rouge, qui se partageraient les rochers littoraux et sublittoraux. Cela est considérablement exagéré[1]. Il est cependant exact que, en général, les Algues rouges dominent ou sont presque exclusives à une certaine profondeur. D'ailleurs, KYLIN a montré que les pigments supplémentaires sont moins uniformes qu'on le croyait[2], et l'observation dans la nature démontre qu'ils favorisent l'utilisa-

[1] C. SAUVAGEAU. — *Sur la coloration des Floridées,* Comptes rendus de la Société de Biologie, t. LXIV, Paris, 1908.

[2] Harald KYLIN. — *Ueber die Farbe der Florideen und Cyanophyceen,* Svensk Botanisk Tidskrift, t. VI, Stockholm, 1912.

tion de faibles quantités de lumière ; les excavations mal éclairées, qui reçoivent une lumière blanche atténuée, ont une végétation algologique comparable à celle qui domine à une plus grande profondeur. Inversement, tandis que les Laminaires, qui sont des Algues brunes, vivent assez profondément sur nos côtes, comme si elles confirmaient la théorie d'ENGELMANN, nous voyons les espèces géantes du Pacifique affleurer constamment la surface de l'eau, s'exposer à la pleine lumière. On oublie souvent que les êtres vivants, outre les propriétés communes à tout leur groupe, classe ou famille, ont aussi des propriétés physiologiques spécifiques comme ils ont une forme spécifique, et que les généralisations qui ne reposent pas sur un grand nombre d'observations risquent fort d'être inexactes.

Ces propriétés spécifiques qui concourent à régler la distribution verticale des Algues en un même lieu, concourent aussi à régler leur distribution géographique. Les Algues marines ne sont pas les mêmes sur toutes les côtes ; cela est dû à des causes géologiques et aussi à la différence des climats, car les Algues sont plus sensibles qu'on le croit généralement à des inégalités météorologiques en apparence minimes ; en étudiant la végétation printanière des rochers marins pendant plusieurs années consécutives en un même lieu, on observe des variations importantes dans la date d'apparition de certaines espèces selon les conditions météorologiques de l'hiver, comme cela arrive pour les plantes terrestres. Aussi, malgré la plus grande uniformité du milieu dans lequel elles vivent,

la répartition des Algues marines varie-t-elle, d'une manière générale, avec les climats ; les Algues arctiques ne sont pas les mêmes que celles des régions tempérées ou des régions tropicales et, dans des limites plus restreintes, nous constatons que la caractéristique de la végétation marine, qui est la même sur la côte de Bretagne et sur celle du nord de l'Espagne, est toute différente au fond du golfe de Gascogne, de Bayonne à Saint-Sébastien[1]. Au contraire, la rive anglaise et la rive française de la Manche ont presque toutes leurs espèces communes.

Certaines espèces s'accommodent de conditions variées ; on les rencontre dans la plupart des mers, leur distribution géographique est très étendue, ce sont les espèces *ubiquistes*. D'autres sont cantonnées dans des régions limitées, et quand leur taille et leur abondance frappent l'observateur, on dit qu'elles sont caractéristiques de la région. L'abondance d'une espèce en un lieu dépend de l'inclinaison des rochers au niveau qui lui convient le mieux.

Les Algues offrent au naturaliste un nombre infini de sujets d'études ; bien des points de leur biologie ont été élucidés, mais bien plus nombreux encore sont les problèmes qui restent à résoudre ; la découverte de la solution d'un problème pose de nouveaux problèmes, et j'entends ici seulement des sujets de science pure. Ce livre s'adresse surtout à des lecteurs préoccupés de l'intérêt

[1] C. Sauvageau. — *Note préliminaire sur les Algues marines du golfe de Gascogne*, Journal de Botanique, t. XI, Paris, 1897.

pratique ; j'aime à espérer cependant que leur vanter les avantages intellectuels de la science pure et de la recherche désintéressée serait inutile. Néanmoins, je puis bien dire que rien n'est agaçant comme d'entendre des personnes, ignorantes et prétentieuses, après avoir insisté pour visiter des Laboratoires, après avoir vu un algologue penché durant de longues heures sur son microscope et lui avoir posé diverses questions saugrenues, finir par poser celle-ci : « Mais, à quoi cela sert-il, tout ce que vous faites-là ? » Plusieurs l'avaient déjà posée à l'un de mes amis ; il avait essayé de faire comprendre que tout se tient, qu'une découverte aujourd'hui sans importance pratique peut en acquérir beaucoup dans l'avenir, que presque toutes les découvertes dont nous profitons dans la vie courante ont eu pour principe des expériences désintéressées de laboratoire ; mais ceux qui l'interrogeaient aussi naïvement étaient généralement incapables de comprendre sa réponse. Un jour, mon ami impatienté répondit brusquement à une dame : « Cela sert, Madame, à prouver que l'homme descend du singe » ; la dame qui avait des prétentions à une lignée plus distinguée fut suffoquée, ne sachant si elle devait prendre cela pour une impertinence personnelle. C'était cependant exact ; on n'arrive à posséder des notions sur la filiation ou la descendance des êtres dans la suite des temps qu'en étudiant dans leurs moindres détails ceux que nous offre la nature, et les êtres inférieurs sont pour cela d'excellents sujets d'études.

Mon ami aurait pu répondre : « Si l'homme parvient

un jour à savoir procréer à volonté des garçons ou des filles, il le devra aux algologues ». Et ceci n'est pas une boutade. Le mystère de la fécondation a toujours préoccupé les humains. Aussi longtemps qu'ils bornèrent leurs études à l'homme et aux animaux supérieurs, ils furent arrêtés dans leurs observations et réduits à des suppositions. C'est l'algologue THURET qui, en 1853, vit pour la première fois en quoi consistait une fécondation, et cela précisément chez le *Fucus serratus* (fig. 5) que nous citerons plus d'une fois à propos de son utilisation comme engrais. Et depuis que THURET a indiqué la voie, rien n'est plus facile à vérifier ; il suffit d'avoir des *Fucus* frais, un peu d'eau de mer et un microscope. Les individus de *Fucus serratus* ou de *Fucus vesiculosus* sont les uns mâles, les autres femelles ; exposés à l'air humide, les premiers laissent sortir par les orifices de leurs conceptacles une gouttelette rougeâtre épaisse, les seconds, dans les mêmes conditions, une gouttelette brune. A l'aide d'une aiguille, mettez un peu de chacune de ces gouttelettes dans une goutte d'eau et regardez au microscope ; ce qui était brun se dissocie en grosses masses sphériques, foncées, opaques, sans motilité, ce sont les éléments femelles ; ce qui était rougeâtre se dissocie en innombrables corpuscules, très petits et très agiles, qui courent rapidement dans l'eau, ce sont les éléments mâles ou anthérozoïdes ; ils s'orientent bientôt dans leur mouvement, comme si les éléments femelles les attiraient, tournent tout autour, luttent entre eux à qui s'en rapprochera le plus et y pénétrera. Il y a beaucoup d'appelés,

mais peu d'élus ; un seul réussit à pénétrer dans l'élément femelle ; il remplit son rôle fécondateur en se fusionnant avec lui. Dès lors, l'œuf est constitué, il s'entoure aussitôt d'une membrane protectrice, va germer ; les anthérozoïdes qui n'ont pas trouvé à s'employer courent vers un autre élément femelle ; tous les éléments femelles sont ainsi fécondés, tandis qu'une multitude d'anthérozoïdes meurent sans avoir pu jouer leur rôle. L'expérience est donc très simple, mais il fallait penser à la faire, savoir la faire et savoir pourquoi la faire. Si vous n'avez pas de microscope, vous pouvez cependant constater indirectement la fécondation : Remplissez une assiette d'eau de mer, agitez-y un instant une extrémité fertile mâle et une extrémité fertile femelle du *Fucus* et abandonnez l'assiette près d'une fenêtre ; vous ne verrez pas les anthérozoïdes, ils sont trop petits ; si vous avez de bons yeux, vous pourrez voir les éléments femelles tomber sur le fond de l'assiette où ils seront fécondés ; ils deviendront chaque jour plus visibles parce que ce sont désormais des embryons qui grossissent et se cloisonnent, et bientôt vous obtiendrez des miniatures de *Fucus*. Il y a bien eu fécondation, et elle est nécessaire ; en effet, prenez trois assiettes d'eau de mer au lieu d'une ; dans l'une faites comme il vient d'être dit ; dans la seconde, agitez seulement un sommet mâle, dans la troisième seulement un sommet femelle ; la première assiette seule vous donnera de jeunes *Fucus* ; dans les deux autres, les éléments sexués périront sans germer.

Cette expérience de Thuret eut un énorme retentisse-

ment ; l'auteur accompagna sa narration de dessins d'une rare perfection qui devinrent aussitôt classiques. Cependant, la plante choisie par Thuret n'est pas parfaite à tous égards ; l'opacité et la grosseur de l'élément femelle, le nombre des anthérozoïdes qui s'agitent autour, la rapidité de la fusion, empêchent de saisir la pénétration.

Peu de temps après, en 1856, un autre algologue, Pringsheim, s'adressant à une petite Algue verte des ruisseaux d'eau douce, l'*Œdogonium*, en apparence insignifiante, bien que de sexualité hautement différenciée, et où la disposition sexuelle est plus favorable à l'observation, vit l'anthérozoïde pénétrer dans l'élément femelle et se fondre avec lui. La démonstration était complète. Depuis, la fécondation a été vue et étudiée chez bien d'autres Algues et chez de nombreux animaux. On conçoit que des plantes ou des animaux inférieurs, où la fécondation se prête à l'observation directe, où les éléments sexuels se laissent manipuler, où les embryons se laissent cultiver dans des conditions que l'expérimentateur fait varier à son gré, puissent fournir la solution de problèmes que l'on chercherait vainement à résoudre chez les animaux supérieurs et chez l'homme.

Toutes ces études sont d'un intérêt captivant, elles nécessitent naturellement un travail préliminaire d'initiation ; or, les espèces d'Algues marines sont nombreuses et avant d'étudier leur biologie il faut savoir trouver dans les livres le nom qui leur a été donné, autrement dit en faire la détermination. Malheureusement, bien que la

France ait produit des algologues de grande valeur, nous sommes très pauvres en ouvrages de détermination. L'Atlas d'Hariot (*Atlas des Algues marines les plus répandues des côtes de France*, Paris, 1892) est tout à fait insuffisant ; la compétence ne manquait pas à son auteur, il faut sans doute incriminer les conditions imposées par l'éditeur. La *Florule* de Debray, bien que dépourvue d'illustrations, peut rendre de grands services (*Florule des Algues marines du nord de la France*, Bulletin scientifique de la France et de la Belgique, t. XXXII, Paris, 1899). Les Anglais se plaignent parfois de manquer de livres et cependant ils sont beaucoup mieux partagés que nous ; le *Phycologia britannica* de Harvey, en 4 volumes illustrés (Londres 1846-1851), est classique, de même que le résumé de ce livre, *A manual of the british marine Algæ*, 2e édit., Londres, 1849. Avant Harvey, Greville avait publié un excellent livre, *Algæ britannicæ* (Edimbourg, 1830) où beaucoup d'espèces sont bien figurées. Johnstone et Croall ont publié aussi un traité en 4 volumes (*The nature-printed British Sea-weeds*, Londres, 1860) où les espèces britanniques sont remarquablement figurées, par un procédé spécial ; le texte est inspiré de Harvey. Les Anglais possèdent encore un ouvrage illustré plus réduit, *British Sea-Weeds* (Londres, 1867), par Gray qui rendra service à défaut des précédents. Le lecteur français doit recourir à ces livres anglais ; tous sont malheureusement un peu anciens et, la science ayant progressé depuis leur impression, bien des noms génériques sont à changer. Le traité de Hauck (*Die Meeresalgen*

Deutschlands und Œsterreichs, Rabenhorst's Kryptogamen Flora, Leipzig, 1885), est bien fait, mais s'applique seulement aux espèces de la mer du Nord et de l'Adriatique. Outre le livre de HAUCK, on déterminera les plantes méditerranéennes à l'aide du *Phycologia mediterranea* (Varese, 1886), par ARDISSONE, en italien et sans figures, et à l'aide des *Algæ*, par PREDA (1909) du grand ouvrage italien *Flora italica cryptogama*, édité par la *Société botanique italienne*. Enfin, les livres suivants sont des ouvrages d'ensemble utiles plutôt aux spécialistes : KÜTZING, *Tabulæ phycologicæ*, J. AGARDH, *Species Algarum*, DE TONI, *Sylloge Algarum*, ENGLER et PRANTL, *Die natürlichen Pflanzenfamilien*. A un autre point de vue, pour se mettre au courant de l'anatomie, de la physiologie, de la biologie des Algues en général, on consultera avantageusement OLTMANNS, *Morphologie und Biologie der Algen*, Iéna, 1904, 2 volumes.

Si, enfin, l'on veut parler de telle ou telle Algue ou lire ce qui la concerne dans un ouvrage botanique, il faut savoir, et certains auteurs d'articles de vulgarisation semblent l'ignorer, qu'au début du XIXe siècle, le nom générique de *Fucus* s'appliquait à toutes les Algues marines de consistance ferme ; on en distinguait déjà quelques centaines, bien que les explorations géographiques et les études locales attentives n'eussent pas encore fourni le grand nombre d'espèces qu'elles ont révélé. Etudier tous ces *Fucus* de plus près fut un travail considérable, long et délicat, œuvre d'une pléïade de botanistes ; en y reconnaissant des affinités diverses, on put y

établir de multiples coupures qui nécessitèrent la création de noms nouveaux pour désigner des genres extraits de ce capharnaüm, et le nom de *Fucus* est actuellement réservé à un tout petit groupe d'Algues comprenant peu d'espèces; c'est ainsi que les noms de *Fucus vesiculosus* et *Fucus serratus*, créés par LINNÉ, désignent encore des plantes bien caractérisées, abondantes sur nos côtes; la plupart des autres *Fucus* européens ont changé de nom. Il ne faut donc pas citer comme s'appliquant à deux espèces distinctes des noms tels que *Fucus crispus* et *Chondrus crispus* ou bien *Fucus saccharinus* et *Laminaria saccharina*... etc.; le premier nom est périmé, le second est seul en usage parmi les initiés. Certaines espèces ont même appartenu à plusieurs genres parce que la notion de genre se perfectionne progressivement; ainsi, avant la création du genre *Chondrus*, le *Fucus crispus* fut placé pendant un certain temps parmi les *Sphærococcus*, qui constituaient alors un genre trop vaste, et on l'appelait *Sphærococcus crispus*, nom relégué aujourd'hui parmi les synonymes.

La mer nourrit aussi une trentaine d'espèces de Phanérogames, nombre infime en comparaison de celui des Algues, ayant chacune une large répartition géographique et couvrant parfois de vastes étendues. Tandis que les Algues sont saxicoles ou épiphytes, les plantes à fleurs vivent sur des sols sableux ou vaseux que fixe leur tige traçante. Celles qui habitent nos pays, *Zostera marina* L. *Z. nana* Roth, *Cymodocea æquorea* Kön. (*C. nodosa* Aresch.) et *Posidonia Caulinii* Kön. (*P. oceanica* Del.), ces

deux dernières méditerranéennes, et aussi la plupart des autres, ont des feuilles longues, étroites, à nervures parallèles, rappelant les feuilles des Graminées. On ne peut les confondre avec des Algues, mais on pourrait les confondre entre elles ; toutefois, l'étude anatomique permet toujours de les séparer[1]. Les botanistes considèrent les Algues comme un groupe primitif et très ancien dont l'existence fut toujours aquatique, tandis que les Phanérogames marines résultent d'une adaptation relativement récente de plantes terrestres à la vie aquatique.

Toutes ces plantes marines, Cryptogames ou Phanérogames, renferment dans leurs tissus une forte proportion d'eau, variable avec les espèces, qui oscille autour de 80 °/₀ et atteint même parfois 95 °/₀ ; on comptera donc, d'une manière générale, qu'il faut en retirer de la mer et transporter à terre cinq fois le poids utile ; autrement dit, pour obtenir 100 kilogrammes de plante sèche, il faut transporter à terre 500 kilogrammes de plante fraîche renfermant 400 kilogrammes d'eau et même davantage si l'on tient compte du liquide adhérent entre les Algues entassées au sortir de la mer. Cette énorme quantité

[1] C. Sauvageau. — *Sur les feuilles de quelques Monocotylédones aquatiques*, Annales des Sciences naturelles, Botanique, sér. 7, t. XIII, Paris, 1891.

C.-H. Ostenfeld (*Sea-Grasses*, in Report on the Danish oceanographical Expeditions 1908-1910, Copenhague, 1918) a récemment publié des cartes indiquant la distribution géographique de chacune de ces espèces.

d'eau grève leur exploitation de frais considérables qui s'ajoutent à l'inconvénient de l'intermittence de la récolte mentionné plus haut.

Toutefois, cette énorme proportion d'eau permet aux Algues marines d'accumuler dans leurs cellules, à l'état dissous, les matières chimiques qui en font la valeur. Bien que vivant dans un milieu de composition peu variable, où elles puisent tout ce qu'exigent leur existence et leur croissance, puisqu'elles n'empruntent rien au support, elles absorbent néanmoins les sels de l'eau de mer dans une proportion sans rapport avec sa composition centésimale ; les Laminaires, par exemple, emmagasinent plus de sels de potassium que de sodium, et les cellules de certaines espèces accumulent de l'iode, bien que l'analyse de l'eau de mer en décèle seulement des traces, moins de deux milligrammes par litre d'eau filtrée d'après A. GAUTIER[1]. D'ailleurs, l'activité cellulaire varie considérablement d'une espèce à l'autre, probablement aussi suivant l'âge et suivant la saison, et les analyses chimiques, jusqu'à présent pratiquées sur un petit nombre d'espèces, nous renseignent imparfaitement à cet égard, en partie par la faute des opérateurs.

Chaque chimiste met en relief l'excellence de la méthode d'analyse qu'il a suivie et, cependant, les résultats diffèrent tellement, d'un individu à un autre de la même

[1] A. GAUTIER. — *L'iode dans l'eau de mer*, Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CXXVIII, Paris, 1899.

espèce, qu'à moins de supposer d'extraordinaires variations dans la vie cellulaire, on admettra, jusqu'à preuve du contraire, qu'il y a quelque part des fautes commises; une au moins est évidente : c'est que les matériaux étudiés sont mal récoltés ou mal préparés. Les chimistes, en effet, paraissent s'être préoccupés surtout de doser les substances qui pouvaient être utiles au point de vue agricole ou industriel, et ils ont souvent pris leurs matériaux sans les choisir, sans faire une assez grande différence entre des Algues coupées sur place et du goémon rejeté à la côte, d'origine incertaine, sans s'inquiéter assez des épiphytes animaux ou végétaux qui peuvent les couvrir; par suite, les résultats varient dans de larges proportions. Les auteurs croient prévenir la critique en prenant la moyenne de plusieurs analyses; bon quand il s'agit d'analyses de minerais, le procédé a moins de valeur pour des plantes croissant dans un milieu uniforme. Nous ne saurons rien de vraiment scientifique aussi longtemps que les analyses ne tiendront pas compte, sur des individus récoltés en place, de la saison, de l'âge de la partie analysée, de son état végétatif ou reproducteur, autrement dit aussi longtemps qu'elles ne seront pas plus biologiques. On a parlé de variations dans la teneur chimique avec la latitude où vit la plante, de variations entre l'hiver et l'été; elles sont très possibles; toutefois, les documents fournis à l'appui manquent de sûreté parce que les autres facteurs biologiques pouvant intervenir n'ont pas été éliminés. Je n'insiste pas sur ce sujet que j'ai traité plus lon-

guement ailleurs[1] et que James Hendrick a traité à son tour[2].

Les récentes recherches de A.-T. Cameron, de l'Université de Manitoba, sur la teneur en iode des plantes marines[3] méritent cependant une mention spéciale ; elles ont été faites dans un but scientifique sur de nombreuses espèces récoltées en place et déterminées par des spécialistes. L'auteur admet que, d'une manière générale, les Algues de la zone intercotidale renferment moins d'iode que celles qui vivent en dessous. Chez toutes, la quantité d'iode semble dépasser 0,001 % du poids sec ; il n'y a pas de différence générale à ce sujet entre les Algues brunes et les Algues rouges ; parmi les premières, les La-

[1] C. Sauvageau. — *Réflexions sur les analyses chimiques d'Algues marines*, Revue générale des Sciences, Paris. N° du 15 octobre 1918. — Depuis la publication de ces *Réflexions*, j'ai eu connaissance d'une brochure de Desmoires, présentée le 16 juillet 1917 à Montpellier pour obtenir le diplôme de Docteur de l'Université, intitulée : *De la teneur en iode des Algues de Bretagne ; différents modes d'extraction de l'iode ; état actuel de la question.* L'auteur ignore tout des Algues dont il publie les analyses. Il a analysé à tout âge et en toute saison un certain *Fucus stenobolus* qui ne correspond à rien. Comme il croit que le *Fucus stenophyllus* est différent du *Laminaria digitata* il y trouve toujours beaucoup plus d'iode quand il l'appelle *Laminaria* que lorsqu'il l'appelle *Fucus*. Il dit avoir analysé le *Lam. Cloustonii* à chaque mois de l'année 1914 et cependant il attribue à cette plante un stipe spiralé ! Il prend le *Gracilaria confervoides* pour une Algue verte. On croirait qu'il n'a jamais vu les plantes dont il donne cependant la teneur en iode.

[2] James Hendrick. — *The Chemistry of Seaweeds*, Nature, Londres, N° du 20 février 1919.

[3] A.-T. Cameron. — *Contributions to the biochemistry of iodine*, Journal of biological chemistry, t. XVIII, 1914 et t. XXIII, 1915.

minaires ont un pourcentage plus élevé que les autres, mais, parmi les secondes, les *Nitophyllum* ont un pourcentage comparable à celui des Laminaires. Les jeunes individus en contiennent plus que les adultes. Des variations entre individus d'une même espèce, croissant dans les mêmes conditions, laisseraient croire à des variations individuelles dans l'activité cellulaire. L'auteur prenait toujours le soin, autant qu'il le pouvait, d'opérer sur plusieurs exemplaires, de sorte qu'une analyse s'appliquait à un échantillon moyen; néanmoins, certains de ses chiffres supporteraient peut-être une autre interprétation. CAMERON donne, par exemple, les teneurs en iode des *Laminaria bullata* et *L. saccharina* d'individus jeunes et d'individus âgés; ces désignations sont trop vagues; à moins que ces individus soient âgés au point d'attendre une disparition prochaine, ils se régénèrent constamment à la base de la lame où les tissus sont aussi jeunes que ceux des jeunes individus; les *Fucus*, au contraire, s'accroissent par le sommet de chaque branche de la fronde, et l'auteur ne tient pas compte de leur stérilité ou de leur état de fructification.

L'une des causes d'erreur des chimistes dans leurs analyses des plantes marines, réside peut-être dans la sensibilité même des méthodes employées. Ainsi, par les méthodes dues à BAUMANN, à HUNTER, à BOURCET, à KENDALL on arrive à déceler $0^{mgr}005$ d'iode avec des chances d'erreur de 2 % seulement, aussi opère-t-on sur des quantités minimes de substance; A.-T. CAMERON en prend au maximum $0^{gr}50$ (de matière séchée à 100°), souvent

moins. Cette quantité, suffisante quand il s'agit d'un *Nitophyllum* ou d'un *Porphyra* supposés convenablement récoltés, ne l'est plus pour des Laminaires longues de quelques mètres ; le mélange de plusieurs individus pour l'échantillonnage est presque illusoire ; avant de conclure à des variations de latitude, de saison.,. etc., il serait indispensable que l'on procédât plus méthodiquement, que le même opérateur analysât séparément des prises faites en divers points d'un même individu, et qu'il répétât les analyses sur des prises faites à des niveaux comparables sur d'autres individus choisis dans la même station. Enfin, plus la quantité mise en expérience est minime, plus l'échantillonnage doit être méticuleux, plus il est nécessaire de se rendre préalablement compte si les portions prélevées ne contiennent d'épiphytes d'aucune sorte, si elles sont stériles ou fructifiées, si elles sont entières ou superficiellement rongées par des Mollusques, sinon la précision cherchée au millième de milligramme est illusoire.

Bien qu'assez uniforme, la composition chimique de l'eau de mer présente des variations dans une même mer. J'emprunte les deux tableaux suivants à THOULET (*L'Océanographie, ses lois et ses problèmes*, Paris, 1904) qui les donne comme un type moyen de la composition en poids des sels contenus dans 1000 grammes d'un échantillon d'eau de l'Atlantique ; l'auteur n'y tient pas compte des substances contenues en quantités très minimes (iode et autres), car presque tous les corps simples se rencontrent

dans l'eau de la mer. On remarquera la très forte proportion du sodium par rapport au potassium.

Chlorure de sodium $NaCl$	27,3726
Chlorure de potassium KCl.	0,5921
Chlorure de rubidium $RbCl$	0,0190
Sulfate de chaux $CaSO^4$	1,3229
Sulfate de magnésie $MgSO^4$.	2,2437
Chlorure de magnésium $MgCl^2$.	3,3625
Bromure de magnésium $MgBr^2$.	0,0547
Métaphosphate de chaux CaP^2O^6 [1]. . . .	0,0156
Bicarbonate de chaux CaC^2O^5	0,0625
Bicarbonate de fer FeC^2O^5	0,0026
Silice SiO^2	0,0149
	35,0631

Si l'on calcule la proportion de chaque sel en centièmes du total des sels on trouve :

Chlorure de sodium	78,6 %
Chlorure de magnésium	9,6 »
Sulfate de magnésie	6,5 »
Sulfate de chaux	3,7 »
Chlorure de potassium	1,8 »
Bromure de magnésium	0,2 »
Bicarbonate de chaux.	0,1 »

Or, les Algues n'empruntent rien au sol ; elles se nourrissent aux dépens de l'eau qui les baigne et y pratiquent une sélection des sels dissous en proportion variable avec les propriétés spécifiques de chacune.

[1] Le métaphosphate de chaux ne peut exister en solution ; il a été vraisemblablement indiqué dans cette analyse parce que c'est lui qui figure comme produit ultime dans la calcination des phosphates calciques ; l'ion phosphorique ne peut exister en solution que sous la forme *ortho* et non sous la forme *méta*.

Le tableau suivant[1], dû à P.-L. Hibbard, montre dans quelles proportions relatives les divers éléments chimiques se rencontrent dans les cendres de la partie moissonnable des trois Laminaires géantes de la côte californienne, espèces botaniquement voisines, qui vivent ensemble et loin de la côte ; on y remarquera la proportion élevée de l'ion K par rapport à l'ion Na, cette proportion est d'ailleurs plus forte que chez les Laminaires de nos côtes ; l'iode n'y est pas indiqué.

	Macrocystis pyrifera	Nereocytis Luetkeana	Pelagophycus Porra
Ca .	4,96	2,10	2,09
Mg.	2,24	1,55	1,71
Na .	10,52	11,05	8,63
K .	29,46	32,66	34,73
Fe^2O^3 Al^2O^3	0,43		0,26
Cl	34,93	40,89	40,83
SO^4. . . .	7,92	4,63	4,84
CO^3. . . .	4,44	3,10	1,66
PO^4. . . .	2,30	1,91	2,18
Total.	97,20	98,06	96,93
Pourcentage total des cendres dans les algues anhydres.	35,62		52,66

[1] Je l'emprunte à Burd et à Steward collègues de Hibbard à la station agricole de Berkeley (Californie).

Les auteurs ne s'accordent pas sur l'état de l'iode dans les Algues brunes d'où on l'extrait. GAULTHIER DE CLAUBRY [1], qui découvrit en collaboration avec COLIN la coloration bleue de l'amidon par l'iode, disait en 1815 que l'iode s'y trouve à l'état d'iodure (hydriodate de potasse). D'après ESCHLE [2], qui s'est adressé au *F. vesiculosus* sec des officines, il entrerait dans une combinaison organique ; d'après TSUKAMOTO et FURUKAWA [3], il serait au contraire à l'état inorganique. Mme SEGERS-LAUREYS [4] étudiant les *Fucus vesiculosus* et *F. serratus*, les *Laminaria saccharina* et *L. flexicaulis*, constate que tout l'iode s'y trouve à l'état d'iodure de potassium et fixé sur le protoplasme.

Outre ces espèces, KYLIN a étudié l'*Ascophyllum* et le *Lam. Cloustonii* [5] ; il trouve l'iode à l'état d'iodure dans les macérés alcooliques d'où il précipitait les sucres qu'il voulait isoler ; resterait à prouver, dit-il, si, avant ces manipulations, l'iode n'était pas à l'état de combinaison organique. Chez certaines Algues rouges (*Bonnemaisonia asparagoides* et *Spermothamnion roseolum*), le même

[1] GAULTHIER DE CLAUBRY. — *Recherches sur l'existence de l'iode dans l'eau de la mer et dans les plantes qui produisent la soude de varecks, et analyse de plusieurs plantes de la famille des Algues*, Annales de Chimie, t. XCIII, Paris, 1815.

[2] ESCHLE. — *Ueber den Iodgehalt einiger Algenarten*, Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie, t. XXIII, Strasbourg, 1897.

[3] *Journ Agricult. Soc.*, 128, 1912. — Cité d'après OKUDA et ETO.

[4] Adrienne SEGERS-LAUREYS. — *Recherches sur la composition et la structure de quelques Algues officinales*, Recueil de l'Institut botanique Léo Errera, t. IX, Bruxelles, 1913.

[5] Harald KYLIN. — *Untersuchungen über die Biochemie der Meeresalgen*, Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie, t. XCIV, Strasbourg, 1915. — On y trouvera la bibliographie du sujet.

auteur a étudié des cellules spéciales où s'emmagasine un composé iodé, de dissociation facile, qu'il suppose être un moyen de protection contre les Mollusques herbivores. Une autre Floridée, l'*Asparagopsis Delilei*, à en juger par les larges bandes bleues qu'elle produit sur le papier[1], doit être beaucoup plus riche en iode, mais on n'a pas recherché s'il s'y localise dans des cellules spéciales.

D'après Okuda et Eto, les espèces japonaises renferment l'iode surtout à l'état organique[2]. Ces auteurs firent d'abord quelques essais qualitatifs avec des extraits frais d'*Ecklonia bicyclis*, sans obtenir aucune réaction indiquant de l'iode libre, ni un iodate ni un periodate ; parfois cependant, ils en trouvaient des traces. Mais l'extrait donnait toujours une forte réaction d'iode après fusion avec le carbonate de soude ou le nitrate de potasse ; l'iode semblait donc principalement en combinaison organique. Diverses expériences sur la même espèce et sur les *Ecklonia cava, Turbinaria fusiformis*, *Sargassum enerve* et *Sarg.Horneri* montrent que des échantillons frais renferment environ 4 °/₀ du total d'iode à l'état d'iodure, le reste étant à l'état organique et soluble, mais non associé à une protéine ; en outre, la quantité d'iode croît d'hiver en été et les vieux individus en renferment plus que les jeunes. Le *Dashikombu*, aliment japonais préparé avec

[1] C. Sauvageau, — *A propos des* Cystoseira *de Banyuls et de Guéthary*, Bulletin de la Station biologique d'Arcachon, 14e année, 1912.

[2] Yusuru Okuda et Toku Eto. — *On the Form of Iodine in marine Algæ*, Journal of the College of Agriculture, t. V, Tokyo, 1916.

des Laminaires, par une légère fermentation après dessiccation, leur montre au contraire que 95 % de l'iode total est sous forme d'iodure, néanmoins, les auteurs présument que, dans la plante fraîche, sa forme principale est la forme organique; la transformation d'état organique en état inorganique s'opérerait sous une influence microbienne, idée appuyée sur quelques expériences qu'il serait intéressant de poursuivre.

Le brome nous fournit un autre exemple du choix que font les Algues parmi les substances dissoutes dans l'eau de la mer. CHELLE a montré, par la nouvelle méthode, simple et sensible, de DENIGÈS et CHELLE, que la quantité de brome contenue dans un litre, beaucoup plus constante que le laissaient croire les analyses antérieures, est relativement considérable ; elle s'élève (mer Noire et mer Baltique mises à part) à environ 1 décigramme, ce qui représente environ 3 à 4 millièmes de la quantité totale de chlore[1]. Néanmoins, la soude de varech, produit de l'incinération d'Algues appartenant surtout aux groupes des Laminariacées et des Fucacées, renferme plus d'iode que de brome. Ceci est d'ailleurs une notion globale, car on ignore à peu près tout des variations de quantité de brome contenu dans les diverses espèces.

Par la méthode spectrographique, CORNEC[2] a reconnu

[1] J.-L. CHELLE. — *Etude d'ensemble sur le dosage et la diffusion des bromures dans les eaux minérales françaises, les eaux marines, et les sels alimentaires*, Gazette des eaux, Paris, 1914.

[2] Eugène CORNEC. — *Etude spectrographique des cendres de plantes marines*, Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CLXVIII, Paris, 1919.

la présence de 19 corps simples dans des cendres de Laminaires, parmi lesquels l'antimoine, le germanium, le glucinium, le titane, le tungstène, le vanadium n'avaient encore été signalés ni dans les plantes marines, ni dans les eaux de la mer.

A l'ensemble des plantes marines, et plus particulièrement à celles que rejette le flot, ou que les riverains coupent pour leur usage, correspond un nom qui varie avec les régions ; au XVII^e siècle déjà, on les appelait « en Normandie varech ou vraicq ; en Aunis, Saintonge et Poitou, Sar ou Sart ; et en Bretagne, gouesmon »[1]. D'après l'*Encyclopédie*, il est vraisemblable que le mot *varech* « dérive de l'anglais *wrack* ou *wreck*, qui signifie *naufrage*, vieux mot normand que ce peuple a porté en Angleterre »[2].

Le terme *Sart* est encore couramment et à peu près exclusivement employé aux îles de Ré et d'Oléron ; le mot *Gouesmon* qui s'écrivit ensuite dans les actes officiels *gouémon*, puis *gonesmont*, puis *goïmon*, et maintenant *goémon*, s'est répandu bien au-delà des limites de la Bretagne, mais a conservé le même sens ; le terme *Varech* a changé de sens. Il désignait autrefois, en Normandie, l'ensemble des épaves, « toutes choses que l'eau jette à terre par

[1] R.-J. VALIN. — *Nouveau commentaire sur l'Ordonnance de la marine du mois d'août 1681*, t. II, La Rochelle, 1760.

[2] DIDEROT et D'ALEMBERT. — *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences des arts et des métiers par une société de gens de lettres*, nouvelle édition, t. XXXIV, art. *Varech*, Genève, 1778.

tourmente et fortune de Mer ; ou qui arrivent si près de la Terre qu'un Homme à cheval y puisse toucher avec sa Lance »[1] et sur lesquelles les seigneurs du pays avaient un droit de naufrage, ou *droit de varech*, « exception unique et privilégiée en faveur de la province de Normandie », si ancien que VALIN n'en connaissait pas l'origine (*loc. cit.*, p. 611). Outre ce sens général d'épaves, la célèbre Ordonnance de Louis XIV sur la marine lui accorde celui de synonyme de goémon. Plus tard, on l'écrivit souvent *Varec* avec un sens encore plus restreint, semble-t-il, comme si on l'appliquait plutôt aux Algues utilisées pour fabriquer la soude[2] ; il servit aussi à désigner la soude qu'on en retirait[3]. Les botanistes du début du XIXe siècle, POIRET, DE CANDOLLE... etc., employaient ce mot *varec* avec cette dernière orthographe, comme synonyme français du mot *Fucus*[4].

[1] PESNELLE, *Coutume de Normandie*, 3me édition, Rouen, 1759, p. 610.

[2] MACQUER. — *Dictionnaire de chimie*, 2me édition, Paris, 1778 : « On comprend sous le nom de *varec* plusieurs espèces de plantes marines qui croissent sur les rochers en différents endroits de la mer, et particulièrement sur les côtes de Normandie. Ces plantes sont du genre des *fucus* ».

[3] « En Normandie, on prépare une mauvaise *soude*, qui est appelée *varec*, en brûlant le varec et plusieurs autres espèces de *fucus* ; avant de les brûler, on les fait sécher » (Article *Soude*, par FOURCROY, in Encyclopédie méthodique, Chimie, t. VI, Paris, 1815).

[4] LEMAN écrit à l'article *Fucus* du *Dictionnaire des sciences naturelles de* LEVRAULT (t. XVII, Strasbourg et Paris 1820) : « La soude qui en provient est appelée *soude de varec*, parce que, sur les côtes de France baignées par l'Océan, on nomme *varec* ou *varech* toutes les plantes marines rejetées par les flots ; et comme les fucacées en for-

Actuellement, le nom de *Fucus* (dans son sens restreint) est tellement connu que celui de *Varec* devient inutile ; on le réserve souvent, avec l'orthographe *Varech*, au *Zostera marina* et autres Phanérogames marines recherchées par le commerce pour la literie, l'emballage... etc., en particulier sous le nom de *crin végétal*. Dans ce sens, le varech devient une portion déterminée du goémon.

D'après STANFORD[1], le goémon est appelé « varec » ou « vraic » dans les îles anglo-normandes (Jersey et Guernesey) et l'on y distingue le « vraic venant » ou d'échouage et le « vraic scié » ou de rive coupé, et les hommes qui le récoltent sont des « vraicqueurs ».

ment la plus grande partie, les botanistes français ont donné au genre *Fucus* de LINNÆUS le nom de *varec*. »

[1] EDWARD C.-C. STANFORD, *On the economic Application of Seaweed*, Journal of the Society of Arts, Londres, 14 février 1862.

UTILISATION

DES

ALGUES MARINES

CHAPITRE PREMIER

LE GOÉMON ET LA RÉCOLTE DU GOÉMON

SOMMAIRE. — Les trois sortes officielles de goémon. — Le goémon épave. — Le goémon de rive ; les Ordonnances, Déclarations royales, Arrêtés et Décrets qui en règlent l'exploitation ; la coupe du goémon en divers points de nos côtes. — Le *Zostera marina*. — Le goémon de fond.

Le goémon géant d'Amérique ; *Nereocystis*, *Pelagophycus*, *Macrocystis*, *Alaria*. — La coupe par les moissonneuses mécaniques.

Le goémon étant utilisé en agriculture, comme engrais, et dans l'industrie, pour l'extraction des composés chimiques qu'il renferme, sa récolte est réglementée. L'article 1 du décret du 8 février 1868 en distingue trois sortes : les *goémons épaves* qui, détachés par la mer, sont portés à la côte par le flot ; les *goémons de rive*, qui tiennent au sol et que l'on peut atteindre du pied aux

basses mers d'équinoxe ; les *goémons poussant en mer* qui, tenant aux fonds et aux rochers, ne peuvent être atteints du pied à la basse mer des marées d'équinoxe [1].

Les réglements qui concernent la récolte du goémon donnent souvent lieu, dans la pratique, à des difficultés d'interprétation ; d'ailleurs, les habitants des côtes sont très jaloux des droits que les décrets leur confèrent et beaucoup aussi ne craignent pas le risque d'une contravention. Les infractions aux réglements ne sont pas rares. Ainsi L. Ayrault, dans une étude parue en 1879, dit : « depuis le décret du 8 février 1868, le tribunal de Lannion a été saisi de près de sept cents affaires concernant la coupe et la récolte des goémons » [2]. A Roscoff, et il en est probablement de même ailleurs, tout agent assermenté (garde-champêtre, garde-maritime... etc.) peut dresser procès-verbal à celui qui coupe du goémon en temps prohibé ; le délinquant est traduit en police correctionnelle et l'amende infligée varie généralement de 15 à 25 francs [3].

[1] Je cite le décret de 1868 et non le quadruple décret du 4 juillet 1853 qui définissait déjà « les diverses herbes marines », car celui-ci entendait « par goëmons poussant en mer, ceux qui, tenant aux fonds et aux rochers, *ne peuvent être atteints de pied sec* aux basses mer d'équinoxe ». La mention *de pied sec* était manifestement exagérée.

[2] Lucien Ayrault. — *Etude sur la législation réglementant la coupe et la récolte des herbes marines*, Revue maritime et coloniale, t. LXIII, Paris, 1879. Ce travail, écrit par un magistrat, étudie la question au point de vue juridique ; les ordonnances et décrets qui concernent le goémon y sont réunis en appendice sous le titre « documents législatifs ».

[3] Les réglements britanniques sont plus simples que les nôtres ; le *Board of Agriculture and Fisheries* de Londres a bien voulu me faire savoir qu'ils se limitent, sur les côtes d'Angleterre et du pays de

Le *goémon épave* ou de *dérive* ou d'*échouage* est un mélange de tout ce que rejette le flot ; on y trouve toutes les plantes qui croissent au voisinage et les courants en apportent aussi d'origine lointaine ; chaque marée en amène un peu, dont l'odeur particulière est bien connue de tous ceux qui fréquentent les plages ; après les tempêtes, la mer en dépose parfois des amas considérables. Toutefois, il est rejeté en grande quantité seulement sur les côtes opposées aux vents dominants et qui descendent en pente douce vers la mer ; la présence d'écueils ou d'îlots rocheux à peu de distance augmente encore cette quantité. Il est plus ou moins frais ou plus ou moins décomposé selon le temps depuis lequel il est arraché, selon qu'il a été exposé au soleil, à la pluie... etc.

Ce goémon épave appartient à tout le monde [1] et les riverains s'en emparent ; celui qui dispose du plus de main d'œuvre et de charrettes en prend le plus, soit pour

Galles, au paragraphe 53 du *Sea Fisheries Act* de 1868 d'après lequel les restrictions à la libre récolte des Algues marines concernent l'accès des pêcheries ou des bancs et des parcs d'huîtres et de moules. En Irlande, le *Department of Agriculture* m'a informé que le goémon épave, appartient à la couronne ou à son concessionnaire ; toutefois, il est habituellement récolté par les propriétaires des terrains riverains ; la coupe du goémon de rive est jalousement gardée ; celle du goémon de fond, au contraire, est entièrement libre.

[1] L'ordonnance de 1681 l'a reconnu. « Dans la règle, dit VALIN (*loc. cit*, p. 630), les épaves de mer, par rapport aux choses qui n'ont appartenu à personne, comme étant du crû de la mer telles que sont l'ambre, le corail, les poissons à lard et autres semblables, ne sont pas acquises en entier à ceux qui les trouvent sur les grèves. Il ne leur en revient que le tiers, et les deux autres tiers doivent être partagés entre le Roi et M. l'Amiral. Mais en ce qui concerne le sart, il y a ici dérogation à la règle, puisque notre article (art. 5 de

l'employer directement soit pour le revendre ; cette récolte est nécessairement aléatoire, car elle dépend en majeure partie des intempéries ; en diverses localités, toutefois, elle est certaine aux époques des marées d'équinoxe. J'en reparlerai à propos de son utilisation comme engrais. Il appartient à tout le monde, mais en réalité, et surtout à cause de l'énorme poids d'eau qui grève son transport, il profite aux seuls riverains. « Les îliens de Batz, dit C. VALLAUX[1], en tirent plus de ressources que de la culture des pommes de terre « prime », et certains fermiers de la région côtière, entre Plounéour-Trez et Plouescat, retirent de la vente de leur goémon une très grande partie de leur prix de fermage »[1].

Parfois cependant, les riverains établissent eux-mêmes une sorte de réglement. Ainsi, à l'île d'Ouessant, des mon-

l'ordonnance) attribue au premier occupant tout celui que la mer aura jetté à la côte ».

D'après l'article 7 du décret du 8 février 1868, les goémons épaves que la mer dépose dans l'intérieur des pêcheries, parcs et dépôts à coquillages appartiennent aux détenteurs de ces établissements.

Le 19 février 1884 est intervenu un nouveau décret « concernant la récolte de nuit des goémons épaves ». Son article unique dit : Les maires des communes riveraines sont autorisés à interdire la récolte de nuit des goémons épaves, quand cette interdiction sera réclamée par les conseils municipaux, sauf approbation de la mesure par les préfets de département et par les préfets maritimes.

[1] Camille VALLAUX. — *La Basse Bretagne. Etude de géographie humaine*, Thèse de Doctorat ès lettres, Paris, 1906.

[1] Voici comment l'*Encyclopédie* (article *Varech*) décrivait le transport à terre du goémon au XVIIIe siècle :

« Lorsque les pêcheurs ou les riverains, qui n'ont pas de bateaux ou gabarres, trouvent à la basse eau une grande quantité de gouémon, ou qu'ils en font la récolte dans le temps permis et réglé par l'ordon-

ceaux de goémon épave sont rejetés en hiver dans les échancrures de la falaise ; les habitants du hameau le plus proche y descendent ensemble après les forts coups de vent ; d'un commun accord, un ancien établit, par des marques, des lots approximativement égaux et chaque famille a droit à autant de lots qu'elle compte de membres ; l'enlèvement se fait seulement pendant que les phares sont éteints. En été, alors que le goémon est moins abondant et l'empressement à sa récolte moins grand, chacun prend ce qui lui convient.

Les *Zostera*, et particulièrement le *Z. marina*, de beaucoup plus grande taille que le *Z. nana*, sont parfois rejetés en abondance sur certaines côtes ; ils constituent par exemple la majeure partie du goémon épave sur les rives du bassin d'Arcachon. Dans la Méditerrannée, le goémon

mance, ils ramassent les herbes marines, en font de gros tas ou meulons, qu'ils lient comme ils peuvent avec de mauvais cordages, souvent seulement avec du chanvre retors et mal fabriqué ; plusieurs personnes se mettent sur ce gouémon avec des perches et attendent que le flot soulève leur meulon pour le conduire à la côte au-dessus du plain, et pouvoir ensuite plus aisément l'emporter en haut sur les terres ; si la marée est tranquille et la mer étale, ils y abordent aisément ; mais pour peu qu'il fasse de moture, et que le vent soit contraire, ils ont peine à gagner le bord ; et si les vagues s'augmentent, comme il arrive souvent sur le coup de la pleine mer et qu'elles entament tant soit peu ces meulons, ils se dissipent et s'éboulent aussitôt et pour lors, les hommes et les femmes qui s'y sont exposés, tombent à la mer, et sont souvent noyés, sans qu'on puisse leur donner aucun secours, et il n'est que trop ordinaire dans les paroisses où ces sortes de meulons sont en usage, de voir périr quantité de personnes, et même des familles entières ; c'est le sujet des remontrances des recteurs des paroisses riveraines, le motif que le seigneur évêque diocésain a eu d'en faire un cas réservé ; ainsi ces meulons doivent être défendus, à peine de punition corporelle. . »

épave, tout au moins celui qui est fréquent et assez régulier, est plutôt constitué par le *Posidonia*. Aux environs de Banyuls, les débris de *Posidonia*, feuilles et tiges couvertes de débris fibreux, sont accumulés par la violence du vent en dépôts denses hauts de plusieurs décimètres, dans toutes les découpures des Albères, depuis la frontière espagnole jusqu'à Argelès. Ces dépôts se constituent parfois très rapidement ; la mer les entame ensuite, comme une minuscule falaise, les reprend et les entraîne au fond ; d'autre fois, quand une couche de sable les recouvre, les feuilles pourrissent et on les retrouve plus tard à l'état de terreau. J'ai vu sur les côtes de Provence des accumulations de *Posidonia* dépassant la hauteur d'un homme ; elles sont énormes aussi sur la côte espagnole, en particulier dans la province d'Alicante.

Mais on récolte aussi le goémon en place, fixé aux rochers dans sa station naturelle, et c'est alors du *goémon de coupe* dont on distingue deux sortes : *goémon de rive* que l'on peut atteindre du pied et *goémon de fond* submergé, ou *poussant en mer*. Cette distinction, nécessairement vague dans la pratique, dépend de l'amplitude de la marée au jour considéré ; telle Laminaire, qui est du goémon de fond par des marées moyennes, devient goémon de rive aux marées d'équinoxe ; toutefois, de vastes étendues couvertes de Laminaires restent inabordables même aux marées d'équinoxe par les temps les plus calmes ; c'est le vrai goémon de fond. Beaucoup d'espèces d'Algues correspondent à ces niveaux et pourraient rentrer dans ces définitions ; en fait, celles-ci s'appliquent aux espèces utilisées par les riverains ou les industriels, c'est-à-dire, pour le goémon de rive, surtout aux *Fucus*, *Himanthalia*, *Chon-*

drus crispus et pour le goémon de fond aux Laminaires à tige ronde (*Laminaria saccharina, L. flexicaulis, L. Cloustonii*), ou à tige plate (*Saccorhiza bulbosa*). Le terrain alternativement couvert et découvert par les marées appartient à l'Etat qui en concède gratuitement l'exploitation aux communes côtières. Dans chacune, un arrêté du maire fixe l'époque et la durée de la coupe et, s'il y a lieu, distribue le territoire littoral entre les habitants. Autrement, la coupe deviendrait promptement le privilège de quelques riverains aux dépens des autres ; on évite ainsi des discussions et des rixes. Cette réglementation varie d'ailleurs, dans le détail, suivant les localités ; Guérin en a récemment cité plusieurs cas à propos du Finistère [1].

La récolte du goémon épave et du goémon de rive est un énorme avantage pour les populations côtières qui l'utilisent en particulier comme engrais, et c'est toujours un sujet d'étonnement pour un terrien de voir l'Etat l'abandonner aussi généreusement ; toutefois, Valin (*loc. cit.*, p. 623) nous affirme que ce privilège est un juste dédommagement des inconvénients du voisinage de la mer [2].

[1] P. Guérin. — *La récolte des Goémons dans le Finistère.* Revue scientifique, n° du 6 janvier 1917.

[2] « La raison pour laquelle le sart vif (c'est-à-dire celui qui tient par la racine au rocher ou à la banche) a été attribué aux habitants de chaque paroisse du territoire où il croît, est sans doute l'incommodité et le dommage qu'ils reçoivent du voisinage de la mer ; soit par les vents imprégnés de parties salées qui brulent et dessèchent si souvent la feuille et la fleur des arbres et des vignes, de même que les fruits de toutes espèces, des terreins trop près des côtes ;... Il était donc juste que les possesseurs des terres sujettes à de pareils ravages, dont le moindre effet est de les rendre arides et brulantes, reçussent une sorte de dédommagement, au moyen de l'octroi du privilège de recueillir sur leurs côtes une herbe propre à fertiliser ces mêmes terres ».

« Si les parties de la Bretagne et de la Normandie qui sont à portée de se servir de Varech, dit Isid. PIERRE, se trouvaient tout à coup privées de ce précieux engrais, on y verrait bientôt amoindrir, sur bien des points de la côte, la luxuriante végétation qui donne à cette zone maritime un cachet tout particulier »[1].

D'ailleurs, les communes riveraines payaient anciennement un impôt pour les rochers de la côte et cela leur conférait un droit incontestable à la coupe. « Aujourd'hui, dit L. AYRAULT (*loc. cit.*, p. 402), les rochers faisant partie du domaine public, et les riverains n'étant plus imposés de ce chef, cette raison ne saurait être invoquée. Mais, quels que soient les motifs qui aient pu légitimer à son origine le monopole accordé aux paroisses riveraines, nous devons voir dans le maintien de ce privilège une pure concession faite par l'Etat de certains fruits du domaine public, et non la reconnaissance d'un droit acquis »[2].

En quoi consiste le goémon de coupe. Je donne quelques renseignements sur l'*Himanthalia* a propos des engrais et sur le *Chondrus* à propos de l'exploitation des Algues rouges ; le vrai goémon de coupe, ou *goémon noir*, est constitué par les *Fucus* et *Ascophyllum* que recherchent les agriculteurs et que les soudiers recherchaient autrefois. Le nom *Ascophyllum* s'applique à l'ancien *Fucus nodosus* séparé des vrais *Fucus* parce que les éléments fe-

[1] Isidore PIERRE, art. *Varech*, in MOLL et GAYOT, *Encyclopédie pratique de l'agriculteur*, t. XIII, Paris, 1871. — Cet article *Varech* est pour ainsi dire une édition modifiée de l'article *Goémon* paru dans le t. VIII en 1863.

[2] Ceci est affirmé par de nombreuses décisions et notamment par un arrêt du conseil d'Etat du 14 décembre 1857 (L. AYRAULT, *loc. cit.*, p. 434).

melles de ceux-ci naissent par 8 dans une poche commune, tandis que le *F. nodosus* en forme seulement 4, mais, par ailleurs, ces plantes sont fort voisines. Par leur reproduction sexuée, elles appartiennent au groupe des *Fucacées*, qui est une division des *Phéophycées* ou *Algues brunes* ; ce mot « brune » indique le pigment surajouté à la chlorophylle bien plus que l'aspect extérieur qui est plutôt olivâtre, parfois jaunâtre dans certaines conditions. Ce sont des plantes peu différenciées extérieurement, en ce sens que toutes les parties en sont semblables ; leur thalle ou fronde, fixé au rocher ou aux pierres par un épatement basilaire, se ramifie en branches semblables aux axes et, à la saison de reproduction, chaque sommet devient fertile ; pour cela, il se renfle plus ou moins selon les espèces en un *réceptacle* où sont creusées de petites cavités ou *conceptacles*, ouvertes au dehors par un orifice étroit, et dans lesquelles s'élaborent les organes reproducteurs : anthéridies fournissant les anthérozoïdes, oogones fournissant les éléments femelles ou oosphères. Or, nos trois espèces de *Fucus* vivent dans la zone littorale[1], c'est-à-dire la zone qui découvre par les marées, chacune à son niveau vertical propre, naturellement avec des mélanges aux niveaux de contact. Si la côte rocheuse, un peu abritée, s'incline doucement vers la mer, ou inversement si c'est une falaise à pic descendant profondément, on rencontre successive-

[1] J'ai sommairement décrit une nouvelle espèce bien distincte, le *F. dichotomus*, hermaphrodite comme le *F. platycarpus*, connue jusqu'à présent seulement dans le bassin d'Arcachon (*Sur une nouvelle espèce de* Fucus, F. dichotomus *Sauv.*, C. R. de l'Académie des Sciences, t. CLX, 1915) ; elle fera l'objet d'une étude plus détaillée dont les circonstances ont retardé la publication. On ne tient pas compte ici du *Fucus lutarius* très localisé, ni du *F. ceranoides* des eaux saumâtres.

ment ces trois espèces; mais si la côte est trop battue ou trop abritée, si elle commence trop bas ou finit trop tôt, l'une ou l'autre peut manquer.

L'espèce du niveau le plus élevé est le *F. platycarpus*[1] dont les réceptacles présentent une étroite bandelette marginale; une petite touffe de poils sort de chaque conceptable qui renferme simultanément des organes mâles et des organes femelles. C'est THURET qui a extrait le *F. platycarpus* du *F. vesiculosus* avec lequel on le confondait, et la figure 1 est une réduction en croquis du dessin classique qu'il en a donné; la plante peut atteindre une bien plus grande taille. Jamais le *F. platycarpus* ne possède de *vésicules aérifères* ou *aérocystes*; toutefois, les individus qui vivent au niveau supérieur de la zone, surtout dans des stations ensoleillées, offrent parfois des boursouflures irrégulières, pareillement remplies d'air, mais de signification morphologique toute différente. Cette forme du niveau supérieur diffère de la forme typique, dans ses

Fig. 1. — *Fucus platycarpus*. Thur. Croquis de la figure publiée par THURET et représentant un jeune exemplaire. — 1/4 gr. natur.

[1] En réalité, une autre Fucacée, le *Pelvetia canaliculata* vit à un niveau encore plus élevé ; la marée ne l'atteint même pas aux époques de morte eau.

états extrêmes, par une fronde plus étroite, souvent tordue, des réceptacles plus globuleux... etc. ; toutefois, elle
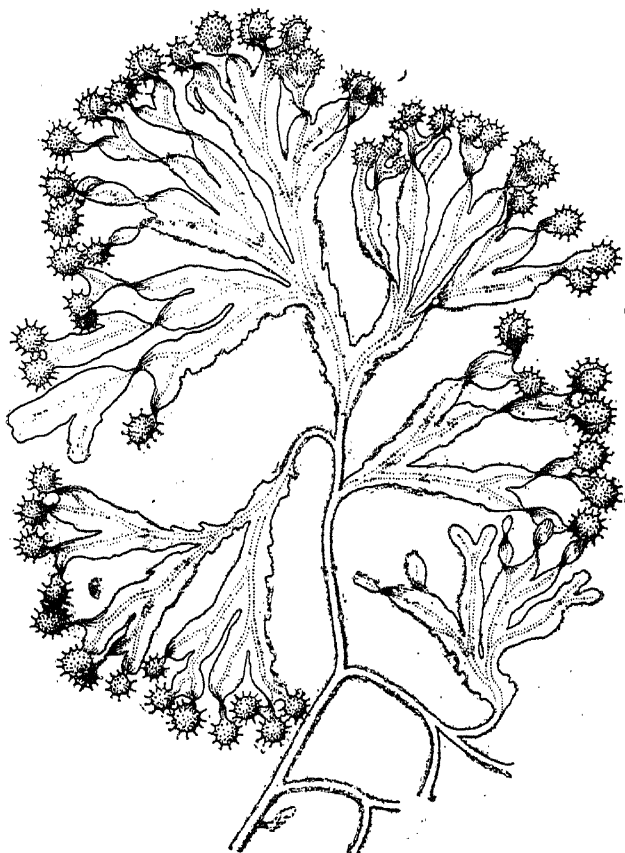
Fig. 2. — *Fucus platycarpus* var. *spiralis* Sauv.

Fragment d'un exemplaire récolté à San-Vicente-de-la-Barquera (Espagne). — 1/4 gr. nat. — Les réceptacles paraissent épineux parce qu'on a supposé la plante examinée vivante, dans l'eau, et les pointes représentent les touffes de poils qui sortent des conceptacles.

reste hermaphrodite, on l'appelle *F. platycarpus* variété *spiralis* et elle présente tous les intermédiaires avec le

type[1]. La figure 2 représente la variété *spiralis* d'après un exemplaire adulte dépourvu de boursouflures récolté sur la côte d'Espagne, mais cette variété est très commune sur nos côtes[2].

Plus bas, on rencontre le *F. vesiculosus*
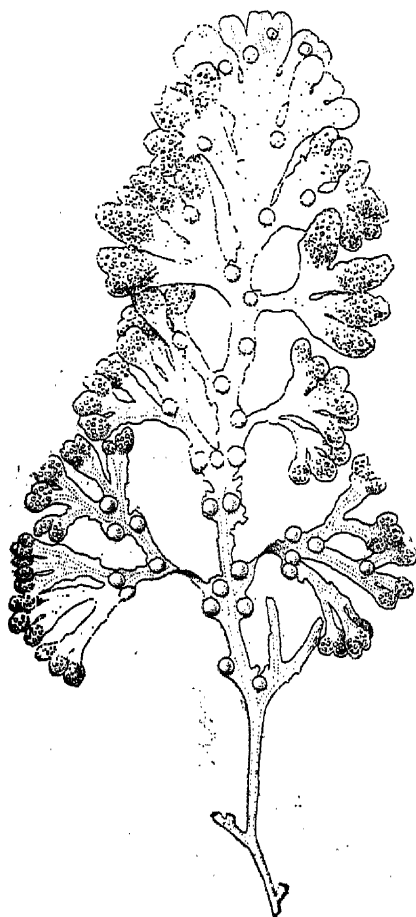
Fig. 3. — *Fucus vesiculosus* L.
Fragment d'un exemplaire récolté à Roscoff en février. — 1/4 gr. natur.

[1] Le nom de *F. platycarpus* Thur. était accepté par tous et avec raison, lorsque récemment, et sous prétexte de droit de priorité, certains auteurs ont cru préférable de faire revivre un nom de LINNÉ malgré l'impossibilité d'en délimiter la vraie signification ; ils appellent le *Fucus platycarpus* Thur., *Fucus spiralis* L. Utiles quand il correspondent à un progrès de nos connaissances, les changements de noms imposés aux plantes sont déplorables quand ils sont aussi peu justifiés. (Cf. C. SAUVAGEAU, *Une question de nomenclature botanique*, Fucus platycarpus ou Fucus spiralis, Bulletin de la station biologique d'Arcachon, 12e année, Bordeaux, 1909).

[2] C. SAUVAGEAU. — *Sur deux Fucus récoltés à Arcachon* (Fucus platycarpus *et* F. lutarius). Bulletin de la Station biologique d'Arcachon, 11e année, Bordeaux, 1908.

dont la fronde renferme dans son épaisseur des vésicules saillantes remplies d'air, ou *aérocystes*, qui ne sont pas des accidents de la plante, mais apparaissent régulièrement dans ses parties jeunes ; les réceptacles, toujours unisexués,

Fig. 4. — *Fucus vesiculosus* L.
Fragment d'un exemplaire récolté à Roscoff en février. — 1/4 gr. nature.

manquent de la petite marge caractéristique du *F. platycarpus*, parfois indiquée cependant par un liseré. Comme on le voit sur la figure 3, les dimensions et la forme des réceptacles varient parfois sur un même individu ; le nombre des aérocystes varie aussi, sur des individus ré-

coltés en un même lieu, et certains individus en sont complètement privés. Malgré l'avis de certains auteurs qui les ont étudiés superficiellement, le *F. platycarpus* et le *F.*
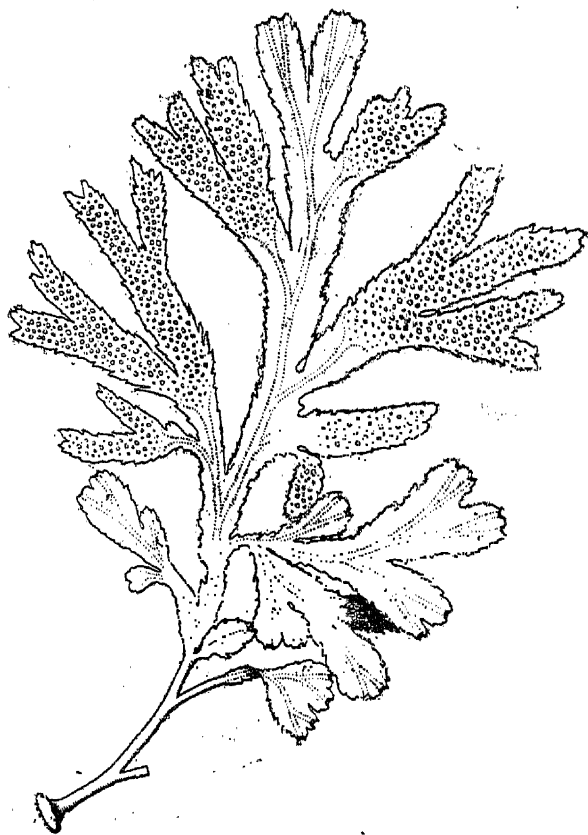
Fig. 5. — *Fucus serratus* L.
Petit individu fructifié, récolté à Roscoff en février. — 1/4 gr. nat.

vesiculosus ne peuvent cependant être réunis en une seule espèce ; il y aurait tout un travail à faire, et il serait long, sur les variations du *F. vesiculosus*. Les figures 3 et 4 représentent seulement des fragments de la plante, qui atteint

parfois 80 centimètres à 1 mètre de longueur et constitue des touffes volumineuses. Le fragment représenté sur la figure 4 montre à sa base de petites proliférations, plus nombreuses sur d'autres exemplaires, et dont quelques-unes, en grandissant, rajeuniront la plante lorsque, les réceptacles étant épuisés, les branches qui les portent se détruiront.

En descendant davantage vers la basse mer, on rencontre le *Fucus serratus* dont les frondes, découpées en dents de scie, n'ont jamais d'aérocystes ; ses réceptacles, unisexués comme ceux du *F. vesiculosus*, sont plus plats, plus longs et moins nettement délimités (fig. 5). Cette espèce est beaucoup plus homogène que le *F. vesiculosus*.

Fig. 6. — *Ascophyllum nodosum* Le Jol.

Base et branche fructifiée d'un individu récolté à Roscoff en février.
a, *Polysiphonia fastigiata* Grev.
1/4 gr. natur.

Les trois espèces précédentes caractérisent trois niveaux successifs. L'*Ascophyllum* se rencontre au niveau du *F. vesiculosus*, mais seulement dans les stations abritées, sinon un peu vaseuses, bien qu'il s'attache lui aussi sur les rochers. Il forme de grosses et longues touffes grâce aux nombreuses branches rami-

fiées qui partent de sa base, et dont la disposition est représentée sur la figure 6. Pendant l'été, la plante est stérile et possède de volumineux aérocystes, atteignant même

Fig. 7. — *Ascophyllum nodosum* Le Jol.
Petit individu fructifié, récolté à Roscoff en février. — 1/4 gr. natur.

plusieurs centimètres de longueur ; ses rameaux détachés sont de remarquables flotteurs que les courants entraînent au loin, jusqu'à des centaines de kilomètres de leur lieu

d'origine. A l'automne, l'*Ascophyllum* développe de courts et nombreux ramules qui, pendant la saison froide, se terminent chacun par un réceptacle globuleux allongé et l'aspect de la plante en est complétement modifié. Les deux figures 6 et 7 représentent cet état fructifié. Quand les réceptacles sont mûrs, le sexe de l'individu se reconnaît au premier coup d'œil ; les réceptacles mâles sont d'un jaune d'or, tandis que les femelles sont brunâtres. Dans beaucoup de localités, l'*Ascophyllum* est connu sous le nom de *Robert*; MOQUIN-TANDON dit qu'on l'appelle aussi *Vraigin*[1].

J'ai représenté sur une branche tronquée de la figure 6, en *a*, une petite touffe d'une Algue floridée qui se fixe très fréquemment sur l'*Ascophyllum*, c'est le *Polysiphonia fastigiata* ; on ne la trouve jamais sur les rochers voisins et très rarement sur les *Fucus*; néanmoins, dans une station très exposée de l'île d'Ouessant, des *Fucus*, si déchiquetés qu'on ne pouvait guère définir s'ils appartenaient à l'espèce *platycarpus* ou à l'espèce *vesiculosus*, m'en ont montré de nombreux exemplaires.

Bien d'autres Algues croissent dans la zone littorale de nos côtes océaniques ; celles que je viens de citer sont dites caractéristiques à cause de leur taille et de leur grande abondance ; elles constituent le *goémon de coupe* ou *de rive*.

Je ne crois pas inutile de résumer ici à travers quels avatars a passé le privilège de la cueillette du goémon pour aboutir à la réglementation actuelle.

[1] Dans son bel ouvrage de vulgarisation, *Le monde de la mer*, publié sous le pseudonyme d'André FRÉDOL, 2e édit., Paris, 1866, qui malheureusement n'a pas été réédité, il donne aussi *Craquet* comme nom vulgaire du *F. vesiculosus*, et *Vraiplat* comme nom vulgaire du *F. serratus*.

L'ordonnance royale de 1681 fixe pour la première fois les conditions dans lesquelles le goémon peut être coupé[1]. Toutefois, certains détails manquent de précision. Elle dit que les paroisses décideront au début de janvier à quelle date se fera la coupe, mais elle n'en fixe pas la durée ; on peut supposer toutefois que l'habitude était alors de la pratiquer en hiver[2]. Elle défend de couper le

[1] *Ordonnance de la marine*, Fontainebleau, août 1681 ; livre IV, titre X ; *de la coupe du Varech ou Vraicq, Sar ou Gouesmon.*

Ce titre X se compose des cinq articles suivants :

1° Les habitans des paroisses situées sur les côtes de la mer, s'assembleront le premier dimanche du mois de janvier de chacune année, à l'issue de la messe paroissiale, pour régler les jours auxquels devra commencer et finir la coupe de l'herbe appelée varech et vraicq, sart ou gouesmon, croissant en mer à l'endroit de leur territoire.

2° L'assemblée sera convoquée par les syndics, marguilliers ou trésoriers de la paroisse ; et le résultat en sera publié et affiché à la principale porte de l'église, à leur diligence, à peine de dix livres d'amende.

3° Faisons défenses aux habitans de couper les vraicqs de nuit, et hors les temps réglés par la délibération de leur communauté, de les cueillir ailleurs que dans l'étendue des côtes de leurs paroisses, et de les vendre aux forains, ou porter sur d'autres territoires, à peine de cinquante livres d'amende, et de confiscation des chevaux et harnois.

4° Faisons aussi défenses à tous Seigneurs des Fiefs voisins de la mer, de s'approprier aucune portion des rochers où croît le varech, d'empêcher leurs vassaux de l'enlever dans le temps que la coupe sera ouverte, d'exiger aucune chose pour leur en accorder la liberté, et d'en donner la permission à d'autres, à peine de concussion.

5° Permettons néanmoins à toutes personnes de prendre indifféremment, en tout temps et en tous lieux, les vraicqs jettés par le flot sur les grèves, et de les transporter où bon leur semblera.

[2] VALIN (*loc. cit.*, p. 625) dit à ce sujet :

L'article 1 « en fixant l'assemblée au premier Dimanche du mois

goémon pendant la nuit. Si cette défense, dit VALIN (*loc.cit.*, p. 628), « n'a plus pour objet d'empêcher quelques habitans de couper le sart en cachette au préjudice des autres, elle subsiste au moins pour un autre motif, qui est de s'assurer si le sart n'est point arraché plutôt que coupé. »

D'après Isid. PIERRE, cette réglementation avait pour objet de « ménager les intérêts de l'agriculture et ceux de l'industrie soudière, en réservant les goémons *vifs* aux riverains, et laissant le varech épave aux premiers occupants, qui en pouvaient disposer comme ils l'entendaient ». Et c'était peut-être l'une des raisons dominantes en ce qui concerne la Normandie.

D'après VALIN, qui habitait La Rochelle où la pêche florissait tandis que l'industrie soudière était peu développée, elle visait surtout à protéger les alevins, car on croyait alors que le poisson dépose son frai parmi le goémon de rive ; il s'agissait donc d'empêcher qu'on enlevât les herbes marines à l'époque de sa reproduction.

Quoi qu'il en soit, les pêcheurs craignirent que la coupe du goémon détruisit le poisson et firent entendre

de Janvier de chaque année, indique naturellement que l'usage étoit alors de couper le sart dans le même mois de Janvier ou au plus tard dans le mois de Février : car on ne s'assemble pas à dessein de régler des opérations de cette nature, pour en reculer l'exécution. Cela n'empêchoit pas néanmoins que les habitans ne pussent s'assembler avant le mois de Janvier, pour anticiper la coupe du sart, pourvu qu'elle ne commençât pas avant le mois d'Octobre et qu'elle finit avant le mois de Mars, pour ne pas nuire au petit poisson, et à la reproduction de cette herbe ».

Certains avaient intérêt, en Aunis, à ce que la coupe se fit en Octobre, Novembre ou Décembre parce qu'ils le répandaient sur leurs vignes sans le laisser pourrir et devenir fumier.

leurs doléances, prétendant « que le frai du poisson s'amasse autour de ces herbes ; que les poissons qui y éclosent y trouvent un abri et une pâture assurée... etc. » Louis XV ordonna une enquête à ce sujet en Flandre, Boulonnais, Picardie et Normandie[1], d'où résulta sa Déclaration de 1731[2] qui confirme toutes les dispositions de l'ordonnance de 1681 et en ajoute de nouvelles qui, il est vrai, s'appliquent seulement à ces provinces.

« La coupe ou récolte des dites herbes sera faite à la main avec couteau ou faucille. Défendons de la faire d'une autre manière et d'arracher les dites herbes avec la main et avec des râteaux et autres instruments qui puis-

[1] «... Nous avons fait faire des visites exactes sur les côtes des dites Provinces, pour être informé des endroits où les habitans ne peuvent point s'en passer pour l'engrais de leurs terres et de ceux où il y en a suffisamment pour pouvoir fournir à cet engrais, et à faire de la soude (marchandise nécessaire pour la fabrication du verre), et du temps pendant lequel il convenoit d'en permettre la coupe, en conciliant la conservation du frai du poisson, et du poisson du premier âge, avec le besoin que les habitans pourroient avoir de ces herbes plutôt dans une saison que dans une autre... etc. » .. « que Nous pourrions permettre la coupe de ces herbes sur les côtes de l'Amirauté de Cherbourg, pour être converties en soude, parce qu'il y en croît au-delà de ce qu'il en faut pour l'engrais des terres, et que cette coupe peut y être faite pendant l'été, sans qu'il en résulte un grand préjudice au frai du poisson et du poisson du premier âge ».

[2] *Déclaration du Roi, au sujet des Herbes de Mer, connues sous les noms de Varech ou Vraicq, Sar ou Gouesmon, sur les côtes des Provinces de Flandres, Pays conquis et reconquis, Boulonnois, Picardie et Normandie*, Versailles, 30 mai 1731.

Le *Recueil général* d'Isambert (t. XXI) ne donne pas le titre I de cette Déclaration, où sont énumérées les dates de la permission de couper le goémon dans les diverses paroisses. La Déclaration est reproduite tout entière par Valin (*loc. cit.*, t. II, p. 632).

sent les déraciner ». « Nous avons en même temps défendu, dit la Déclaration, de faire cette coupe dans les temps que le frai du poisson et le poisson du premier âge séjournent à la côte ».

L'article I de la Déclaration autorisait la coupe pendant trente jours seulement, lesquels étaient choisis par l'assemblée des habitants dans des limites variables selon les paroisses, mais fort restreintes. Il distribue les paroisses en onze groupes, pour cinq desquels ces trente jours doivent être compris entre le troisième jour avant la pleine lune de mars et le troisième jour après la pleine lune d'avril, pour un autre entre le 15 janvier et le 5 mars suivant, un autre avait du 1er février jusqu'au huitième jour après la pleine lune de mars, un autre n'avait même pas à choisir, l'autorisation courant du 15 mars au 15 avril suivant. Ce goémon devait être utilisé comme engrais. C'est seulement dans les paroisses de Cherbourg et voisines que le goémon, à cause de son abondance et de la vaste étendue qu'il recouvre, pouvait, en outre, être coupé en été : « ceux des dites paroisses qui voudront employer les dites herbes à faire de la soude, pourront en faire la coupe, à commencer du quinze juillet jusqu'à la fin de septembre ». Nous verrons, à propos des décrets de 1853, combien les Cherbourgeois tenaient à ce privilège.

Ceci concernait les rochers attenant à la terre, même sur le territoire des « pêcheries exclusives ». De plus, la coupe était autorisée en tous temps, en toutes saisons et pour tous usages « sur les îles et les rochers déserts en pleine mer ». Enfin, il était également permis « à toutes personnes de prendre indifféremment, en tous temps et en tous lieux » le goémon épave, « et de le transporter ou

bon leur semblera, soit pour être employé à l'engrais des terres, ou à faire de la soude » ; toutefois, il ne pouvait être brûlé « que dans le temps que le vent viendra de terre et portera du côté de la mer ».

Cependant, les restrictions apportées par cette Déclaration de 1731 à l'exploitation du goémon de rive étaient trop étroites ; elles furent corrigées par la Déclaration de 1772 [1], devenue encore plus nécessaire après un certain arrêt du Parlement de Rouen. La fabrication de la soude de varech, demandée par les verreries, enrichissait la région de Cherbourg. Dans le pays de Caux, la hauteur de la falaise qui longe la côte rendait si pénible le transport du goémon dans les champs, qu'on ne l'utilisait guère comme engrais ; en 1739, le roi permit de le brûler. Au pied de la falaise, s'établirent alors de nombreux fours à soude consommant, outre le goémon d'échouage, le goémon de rive réservé par les réglements à l'engrais, et au lieu de le couper, on l'arrachait ; le pays, jusque là pauvre, connut la prospérité.

Mais de nouvelles plaintes s'élevèrent ; à celles des pê-

[1] « Les inconvénients apportés par notre déclaration ne tardèrent pas à se faire sentir. Nos sujets riverains n'ayant plus la faculté de couper et faire brûler le varech pour en fabriquer des soudes, ils se trouvèrent privés d'un moyen unique d'assurer leur subsistance, et la disette des soudes devint telle, que les grosses verreries de notre province de Normandie manquèrent absolument d'une matière première étroitement nécessaire à la fabrication des verres à vitres, et que cette branche importante de commerce de notre royaume, par tous les secours qu'elle procure à nos sujets riverains occupés à la fabrication des soudes, et par les sommes considérables que les envois du seul superflu de nos verres chez l'étranger procurent annuellement, était sur le point d'être irrévocablement perdue... »

cheurs se joignirent, plus vives encore, celles de certains riverains ; on accusa la fumée des fourneaux à soude d'occasionner des maladies épidémiques, de nuire aux plantes en fleurs, aux arbres fruitiers..., etc. Ces plaintes « furent exposées dans des Mémoires que signèrent des Gentilshommes, des Seigneurs riverains, et un grand nombre de personnes de tout état ». Les intéressés protestèrent ; « au moins pouvaient-ils être certains que la fumée du varech n'altérait point leur santé ». Les plaignants opposèrent d'autres Mémoires chargés de signatures ; « on les appuya de faits notoires, de certificats de curés, de pièces légales ». Influencé, le procureur général du Parlement de Rouen « considéra la fumée du varech comme pestilentielle, comme une vapeur qui désolait depuis quelques années les bords maritimes de la province ». D'après son réquisitoire, « intervint un arrêt du Parlement de Rouen, le 10 mars 1769, qui, en vertu d'une Déclaration du Roi, donnée en 1731, ne permit de couper le varech pour le réduire en soude, que dans la seule Amirauté de Cherbourg, et qui ne laissa par conséquent aux habitans de toutes les autres côtes de la haute et basse Normandie, d'autre avantage à tirer de la quantité immense de varech dont elles sont garnies, que celui de l'employer comme engrais. » (TILLET, *loc. cit.*, p. 311).

C'était la ruine pour les verriers et soudiers normands. Le litige fut soumis à l'Académie des Sciences. Une commission de trois de ses membres étudia la question sur place. GUETTARD se rendit sur les bords de la Méditerranée ; FOUGEROUX et TILLET parcoururent pendant plusieurs mois les côtes de la haute et de la basse Normandie, participant à la vie des pêcheurs et des soudiers, exami-

nant le varech sur pied pour y chercher le frai du poisson, s'exposant volontairement et longuement à la fumée du varech en combustion pour juger de ses effets. Tout cela est admirablement exposé dans le Mémoire lu par TILLET en son nom et au nom de FOUGEROUX devant l'Académie le 13 novembre 1771 [1]. Les conclusions en sont précises : « Le varech considéré soit à la vue simple, soit à la loupe, ne nous a offert ni la plus légère trace de frai, ni le moindre poisson du premier âge » (*loc. cit.*, p. 315). « Si le poisson cherche un abri dans le varech, il est plus sûr entre des plantes vigoureuses et toujours couvertes par la mer, que sur celles qui restent à sec par intervalles, où la chaleur du soleil, mille accidents peuvent le faire périr ». Si la diminution du poisson dans nos mers est aussi réelle qu'on l'annonce, la consommation du varech qu'exige la soude n'en est pas la cause ; la cause est plutôt la multitude de marsouins qui ravagent les côtes de Normandie. Quant à la fumée qui s'échappe des fourneaux de combustion du varech, si son odeur est désagréable, comme celle d'herbes brûlées, elle n'est délétère ni pour l'homme, ni pour les bestiaux, ni pour les cultures.

Après avoir parcouru les côtes de la Méditerranée, GUETTARD visita celles du Sud-Ouest : La Teste, Bayonne, Biarritz, Bidart, Saint-Jean-de-Luz..., etc. ; ses conclusions confirment celles de TILLET et FOUGEROUX.

[1] *Sur le Varech*, Histoire de l'Académie royale des Sciences, année 1771, Paris, 1774, et TILLET, *Observations faites par ordre du Roi, sur les côtes de Normandie, au sujet des effets pernicieux qui sont attribués, dans le pays de Caux, à la fumée du Varech, lorsqu'on brûle cette plante pour la réduire en Soude*, Mémoires, p. 307. *Ibid.*

La troisième question à résoudre fut l'objet d'un second Mémoire[1].

« On demandoit depuis long-temps s'il est plus avantageux pour la reproduction du Varech, de couper cette plante, ou s'il convient plutôt de l'arracher ; nous espérons que le Ministère pourra se décider d'après des expériences que nous avons répétées en différents endroits ; elles seules peuvent conduire avec sûreté pour appuyer la loi sur des fondements inébranlables ».

Les auteurs recherchèrent, parmi les nombreuses plantes de mer croissant sur les rochers, les « espèces de *Fucus* que l'on brûle en Normandie pour la fabrique de la soude », et ils en citent huit espèces auxquelles ils consacrent deux planches[2], mais leurs observations ou expériences portent sur les espèces auxquelles on réserve maintenant le nom de *Fucus*.

« Nous avons vu vers le mois d'Août des rochers entièrement couverts de plantes, qui en naissant étoient aussi

[1] *Sur le Varech*, Hist. de l'Acad. des Sciences, année 1772, seconde partie, Paris, 1776, et Fougeroux de Bondaroy et Tillet, *Second mémoire sur le Varech*, Mémoires p. 55, *Ibid.*

[2] Ce sont : 1° le *Quercus maritima* ou *Varech à feuille de Chêne* (*F. serratus*) ; 2° le *Varech à vessies* (en majeure partie *F. platycarpus*) ; 3° le *Varech à vésicules* (*F. vesiculosus*) ; ces trois espèces s'appellent aussi *Chêne de mer* ; 4° le *Robert* ou *nodosus* (*Ascophyllum nodosum*) ; 5° le *Lacet* (*Himanthalia lorea*) ; 6° le *Varech à silique* (*Halidrys siliquosa*) ; 7° le *Varech à main* (dont la tige est ronde, *Laminaria flexicaulis* et peut-être *L. Clouslonii*, ou aplatie, *Saccorhiza bulbosa*) ; 8° le *Baudrier* (*Laminaria saccharina*).

Outre « les espèces que l'on brûlait pour les réduire en soude », ils mentionnent « un *Fucus* parasite qui souvent s'attache à d'autres *Fucus* et végète sur ceux-ci » de couleur rougeâtre ou lie de vin ; « quelques personnes le mangent en salade » ; c'est le *Porphyra*.

proches les unes des autres, que pourroient l'être sur une couche, des laitues qui sortiroient de leurs graines; on conçoit que ces pieds s'éclaircissent, et que le nombre de ces plantes diminue, les plus fortes étouffant les plus petites » ; « la plante parvient à sa perfection, suivant les ouvriers, au bout d'un an, quoiqu'elle puisse croître ou au moins subsister pendant trois ou quatre années ». « Sur le même rocher et près d'un grand pied de varech, on en voit d'autres qui sont encore jeunes et petits ; les ouvriers ont grand soin de ménager ces derniers, en faisant la récolte des grands varechs ». « Les gelées gâtent les grandes plantes en les déracinant ; il est encore constant que les *fucus* poussent pendant l'hiver, et dans cette morte saison, les petites plantes se forment un empatement de racines, et ne font que de faibles productions en comparaison du printemps ou de l'été, qui sont bien plus favorables à leur végétation ».

« Les ouvriers qui font en Normandie la soude avec le varech, arrachent les plantes, quoiqu'un article de l'Ordonnance prescrive de les couper ; on a tenu la main à l'exécution de la loi, jusqu'à ce que les ouvriers de cette province aient représenté, qu'ils ne coupoient le varech qu'au détriment de la multiplication de la plante, et depuis on a fermé les yeux sur la façon dont ils faisoient la récolte » ; d'ailleurs, « il leur coûtoit plus de temps et de peine pour arracher que pour couper ces plantes car elles tiennent fortement à la pierre » ; « un grand avantage attaché à la façon d'arracher les plantes, c'est qu'au mois d'Avril, on ménage, avec le plus grand soin, des pieds trop jeunes, pour être alors employés, et qui se trouvent le long et près des grands : ceux-là, donnent lieu à une seconde récolte vers le mois de Septembre de la même

année ». « Les ouvriers ajoutoient encore à cette première raison qu'ils s'étoient convaincus que les pieds coupés ne poussoient plus, qu'ils pourrissoient, et que si on les coupoit près de leurs extrémités supérieures, qu'ils ne faisoient plus que de faibles productions, et nuisoient à la pousse des jeunes plantes voisines, qui seroient devenues beaucoup plus belles ; ils nous faisoient voir quelques extrémités de tiges, qui, s'étant cassées à la dernière récolte en voulant les arracher, n'avoient point poussé et commençoient à pourrir ».

Cependant, comme on était d'avis différent en Bretagne et en Normandie, les enquêteurs choisirent, vers la fin d'avril, deux endroits éloignés l'un de l'autre de plusieurs lieues ; dans chacun, ils marquèrent une place « où le varech fut arraché entièrement », et une autre place où « on en coupa plusieurs rangées à deux pouces de l'empatement de la racine, d'autres à quatre ; et les dernières rangées aux trois quarts de sa hauteur ».

« A la fin de Septembre ,disent-ils, la partie dont nous avions arraché les plantes au mois d'Avril, étoit garnie de nouvelles, qui avoient autour de 2 à 3 pouces de hauteur, et le 25 Novembre, le varech avoit environ 6 pouces, et quelques pieds étoient déjà crus de plus de 9 pouces. Celui qui avoit été coupé ayant été examiné à la fin de Septembre, nous reconnûmes qu'il étoit encore dans le même état que le mois d'Avril où on l'avoit soumis à l'expérience... On voyoit seulement çà et là quelques pieds qui étoient venus de graines, et éloignés des tiges » coupées. Sur les plantes coupées à 3 et 4 pouces, et seulement quand on n'avait pas coupé des feuilles latérales, on « voyoit une houppe de nouvelles feuilles qui ne paraissoient pas devoir donner de belles productions. Le 25 de-

Novembre, ces tiges coupées étoient entièrement fanées, et il ne s'est trouvé, dans tout le carré réservé pour cette expérience, qu'un seul pied coupé, sur la racine duquel on ait vu une nouvelle tige d'environ un pouce et demi de hauteur attachée à son empatement », et qui provenait sans doute d'une germination.

La conclusion de ce Mémoire est que l'arrachage, « moyen employé dans la Normandie pour récolter le varech, n'est point nuisible à la multiplication de ces plantes ; et nos observations ne peuvent-elles pas encore conduire à penser qu'il est même plus avantageux d'arracher le varech que de le couper, et que les ouvriers demandoient, pour le bien, et pour concourir à une plus grande multiplication de cette plante utile, qu'on ne suivît pas l'Ordonnance qui prescrit de le couper ? »

Des conclusions précises de ces deux rapports résulta la Déclaration Royale de 1772, beaucoup plus libérale que celle de 1731[1].

Tous les riverains en général, de toutes les côtes maritimes du royaume, « pourront librement, chacun dans l'étendue de leurs paroisses, cueillir et ramasser pour l'engrais de leurs terres, les herbes connues sous les noms de varech ou vraicq, sar ou gonesmont, pendant les mois de janvier, février et mars de chaque année ». « Les dites herbes pourront être arrachées avec la main ou autres instruments ». Les provisions de varech nécessaires à l'engrais étant faites en ces temps, « tous les dits riverains

[1] *Déclaration qui permet à tous riverains des côtes maritimes de cueillir, ramasser et arracher le varech.* Fontainebleau, 30 octobre 1772. ISAMBERT, *Recueil général...* etc , t. XXII.

qui voudront fabriquer des soudes, pourront cueillir les dites herbes et les arracher avec les mains, râteaux et autres instruments depuis le 1er juillet jusqu'au 1er octobre de chacune année seulement ». Dans le cas où les riverains ne voudraient pas les utiliser, le refus étant constaté, il est loisible à tous particuliers, autres que ces habitants, « de les arracher, amasser, et leur donner toutes les préparations nécessaires pour les convertir en soude ». Sont maintenues les « très-expresses inhibitions et défenses d'allumer leurs fourneaux dans les temps où les vents venant de la mer porteraient les fumées sur les terres » ; ces réserves ne visaient probablement plus les prétendus dommages niés par Tillet, mais les fumées d'incinération pouvaient gêner les navires en leur dissimulant l'aspect de la côte, car elles sont lourdes, épaisses et se dissipent lentement.

Le 12 ventôse, an II (1794), le représentant du peuple Le Carpentier, en mission dans les départements de l'Ouest, estimait que le privilège accordé aux riverains « était injurieux à l'égalité, préjudiciable à la fécondité de la terre et qu'il en résultait une déperdition sensible du varech, dont le surplus n'était pas consommé par le propriétaire ». « Cet abus est échappé jusqu'à ce moment au creuset de la révolution, et je pense disait-il que sa destruction générale n'intéresse pas moins l'agriculture que l'égalité ». Il prit un arrêté qui appelait toutes les communes, soit des côtes, soit de l'intérieur, à recueillir le goémon.

Mais les populations lésées protestèrent énergiquement contre cette mesure. On fit valoir que l'arrêté dépouillait « les communes d'un droit acquis par un usage immé-

morial et non interrompu ; que ce droit tenait si essentiellement à la propriété que ces communes acquittaient les contributions pour les rochers sur lesquels croissait le varech..., etc. »

Un très bref arrêté du 18 thermidor, an X (1802)[1] signé de Bonaparte, premier consul, annule celui du 12 ventôse an II et dit en outre, art. 2 : « Les préfets pourront déterminer, par des réglements conformes aux lois, tout ce qui est relatif en goëmon et varech ». C'était, en opposition avec les ordonnances royales, un acte de centralisation administrative.

Puis, des commissions furent nommées, des projets furent élaborés sur l'ensemble des pêches côtières pour aboutir à un long décret de 1852[2] où il est dit, presque incidemment, que les règlements relatifs à la récolte du varech, sart, goëmon et autres herbes marines sont abrogés. Toutefois, disait l'article 24, les règlements antérieurs continueront à être exécutés jusqu'à la publication de décrets spéciaux qui devait être faite la même année ; elle eut lieu seulement le 4 juillet 1853[3].

Les quatre décrets concernant les quatre arrondisse-

[1] *Arrêté concernant la pêche en goëmon et varech* du 18 thermidor, an X, et *Arrêté* du 12 ventôse, an II, cités ici d'après L. AYRAULT (*loc. cit.*, p. 13 et 630).

[2] *Décret* du 9 janvier 1852 *sur l'exercice de la pêche côtière*, DUVERGIER, Collection complète des lois, décrets, ordonnances, réglements et avis du Conseil d'Etat, t. LII, Paris, 1852.

[3] *Décret* du 4 juillet 1853, *portant réglement sur la Pêche maritime côtière dans le premier arrondissement maritime* (Cherbourg), Bulletin des Lois de l'Empire français, XI[e] série, suppl. N° 623. Trois autres décrets de la même date concernent les trois autres arrondissements maritimes (Brest, Lorient, Rochefort).

ments diffèrent peu les uns des autres en ce qui concerne les goémons. Le 1er article, concernant le goémon de rive, consacre le droit de l'Etat en disant : « Abandon est fait exclusivement aux habitants de chaque commune du goëmon attenant au rivage de cette commune ». Ce qu'un décret abandonne, un autre décret peut donc le reprendre. Une « disposition commune à tous les goëmons » dit : « art. 125. La coupe et la récolte des goëmons ne doivent avoir lieu que pendant le jour. Il est permis d'arracher ces herbes ou de les couper à la main avec couteaux ou faucilles. La récolte des goëmons épaves sera opérée avec des fourches ou des perches armées d'un seul croc ». « Il est expressément défendu de vendre le goëmon de rive aux forains et de le transporter hors du territoire de la commune, à moins de décision contraire du Conseil municipal ». L'art. 107 [1] dit : « La coupe du goëmon de rive ne peut avoir lieu qu'une fois par an, dans la période comprise entre le 1er octobre et le 31 mars, aux jours déterminés par l'autorité municipale... » [2].

Cependant, les Cherbourgeois s'émurent ; des pétitions

[1] Le N° 107 est celui du décret concernant Cherbourg ; dans les autres décrets, ce sont : N° 112 pour Brest, N° 112 pour Lorient, où les dates sont du 22 septembre au 30 mars, N° 95 pour Rochefort.

[2] L'article 113 du décret concernant le 2e arrondissement dit : « Par disposition spécialement applicable à l'île de Bréhat, qui ne produit d'autre combustible que le goëmon, une seconde coupe est autorisée ; ... elle a lieu du 1er août au 1er octobre.

« Par dérogation à l'article 112, la coupe de la zostère marine, connue sous le nom de pailleule, pourra commencer le 15 juillet dans le quartier de Granville, où les dispositions de l'article 111 (interdisant la vente aux forains) ne sont point applicables à ce fucus ».

furent signées, la Société locale d'Agriculture les appuya[1].
« Les communes de l'arrondissement de Cherbourg, disait la Société, étaient donc, depuis plus d'un siècle, en possession du droit de faire chaque année deux coupes de varech, lorsque le règlement de 1853 est venu leur enlever, au moins en partie, cette source de bien-être et de richesse.

« Une mesure aussi grave devait reposer sur des motifs d'une égale gravité. Parmi les documents qui accompagnent le décret du 4 juillet 1853, un seul donne à ce sujet quelques explications : c'est un rapport de M. Royer-Collard professeur à la faculté de droit, membre d'une commission instituée en 1849 pour l'examen d'un projet de loi sur la pêche côtière :

« Les observations pratiques, qui ont été faites par les
« chefs du service maritime, les ont conduits *à penser* que
« la commission nommée par l'Académie des Sciences en
« 1772, *a pu* se tromper en assurant que ces herbes ne
« servaient pas à abriter le frai ni le poisson du premier
« âge ; ce ne serait donc *peut-être* pas sans inconvénients
« qu'on laisserait à la récolte du varech une liberté aussi
« grande que celle qui résulterait de la déclaration de
« 1772.

Et le rédacteur de la protestation ne néglige pas de mettre en balance les suppositions du professeur de droit avec les affirmations des savants et des praticiens[2]. En résumé, les pétitionnaires demandaient :

[1] *Mémoire sur la récolte du varech*, Société d'Agriculture de Cherbourg, séance du 14 mai 1857.

[2] Les Cherbourgeois se montraient généreux en se bornant à mettre en doute la compétence scientifique et pratique de ce professeur de droit. La Commission comprenait neuf membres qui, à part

« 1° Que la coupe du varech de rive soit autorisée deux fois par an, sur tout le littoral du sous-arrondissement maritime de Cherbourg, depuis et compris le quartier de la Hougue jusqu'à Granville ; et que chaque coupe ait lieu dans une limite de trente jours, conformément aux anciennes ordonnances.

« 2° Que la récolte du varech d'épaves puisse avoir lieu à toute heure de jour et de nuit, sauf à n'en permettre l'enlèvement que pendant le jour. »

Finalement, ils eurent gain de cause ; un décret spécial intervint en 1868 [1], où il est dit :

« Art. 4. Deux coupes de goémon de rive peuvent être autorisées chaque année. Les époques et les jours consacrés à ces deux coupes sont fixés par l'autorité municipale. » La vente du goémon de rive est permise aux forains, et cela s'applique non seulement à Cherbourg, mais à toutes les côtes de la Manche et de l'Océan. La récolte du goémon de fond y est permise de jour pendant toute l'année. Il n'y est plus question des restrictions relatives à l'incinération. Un autre décret, de 1873 [2] montre que la principale difficulté, dans la réglementation du goémon de rive, est de déterminer la qualité des

le sous-commissaire de la marine De Bon, étaient tout aussi peu qualifiés pour donner un avis sur cette question ; on y voit un chef de la 2e division à la Préfecture de police ; un chef du bureau des affaires criminelles au ministère de la Justice, etc.

C'est ce quadruple décret de 1853 qui mentionnait la récolte du goémon *de pied sec* (Cf. p. 34).

[1] *Décret* du 8 février 1868 *relatif à la récolte des herbes marines*, Duvergier, *loc. cit.*, t. LXVIII.

[2] *Décret* du 31 mars 1873 *relatif à la récolte des goémons de rive par les propriétaires de terres situées dans les communes du littoral, mais qui n'habitent pas ces communes*, Duvergier, *loc, cit.*, t. LXXIII.

personnes admises à la récolte[1]. D'après le décret le plus récent (1890), ce sont, outre les habitants des communes riveraines, les propriétaires non habitants y possédant au moins 15 ares de terre cultivée, exploités par eux[2].

L'art. 4 du décret de 1868, non abrogé par le décret de 1890, parle des coupes du goémon de rive, comme si l'arrachage était interdit. En fait, cela est sans importance, car les arrêtés des maires fixent un petit nombre de jours pour la récolte, et la concurrence étant grande entre ceux qui s'y adonnent, aucun d'eux ne songerait à arracher plutôt qu'à couper. le travail serait trop pénible et trop lent; un coup de faucille est plus avantageusement donné; ils cherchent à en perdre le moins possible et coupent aussi ras qu'ils le peuvent, car chacun coupe comme il veut.

D'ailleurs, si étonnant que cela puisse sembler, on ne connaît guère mieux la pousse et la repousse des *Fucus* qu'au temps de Tillet et de Fougeroux. On les voit apparaître en foule dès qu'un mince dépôt vaseux, souvent suivi de l'apparition de petites Algues vertes (*Enteromorpha*), couvre des digues récemment construites, ou

[1] L. Ayrault relate un procès assez curieux que le tribunal de Lannion jugea le 7 avril 1875. Huit personnes avaient fait l'acquisition indivise, sur le littoral de la commune de Trebeurden, et par devant notaire, au prix de 180 francs, d'une parcelle de terre de la contenance d'un are environ, soumise à un impôt de quarante-sept centimes par an ! Or, l'un des huit propriétaires était accusé d'aller « tous les jours chercher du goémon qu'il vendait à Lannion 25 francs la batelée ». Il fut condamné.

[2] *Décret* du 28 janvier 1890 *modifiant la réglementation relative à la récolte du goémon de rive dans la Manche et dans l'Océan.* Duvergier, *loc. cit.*, t. XC.

des pierres jetées à la mer au niveau convenable, et leur croissance m'a paru rapide[1] ; les plantules qui supportent le mieux la concurrence vitale étouffent les autres, grandissent, fructifient, répandent leurs œufs, mais on ignore combien de temps vivent ces adultes[2]. C'est aussi un fait d'observation courante qu'un *Fucus*, tronqué sur l'une de ses branches, repousse sur sa section et produit une nouvelle branche parfois plus vigoureuse que celle qu'elle remplace, mais les conditions qui nous occupent sont différentes, il s'agit d'une coupe générale, comme aux époques autorisées.

Les expériences de TILLET et FOUGEROUX seraient à reprendre. Le cas de l'*Asc. nodosum* (fig. 6) diffère de celui des *Fucus*, car les frondes produisent normalement, à leur base, des branches identiques à elles, dont une troncature favorise le développement ou l'apparition ; de nouvelles frondes sortent aussi du disque fixateur qui s'épaissit et s'élargit par la soudure de la base des frondes anciennes. Au contraire, le disque fixateur des vrais *Fucus* prolifère exceptionnellement. Les *F. platycarpus* et *F. vesiculosus* renouvellent leur fronde de deux façons qui peuvent se présenter séparément ou simultanément. Composée d'une lame ramifiée parcourue en son milieu

[1] Des expériences entreprises par HARIOT à Tatihou (*Sur la croissance des Fucus*, Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CXLIX, 1909) et par Madame P. LEMOINE (*Quelques expériences sur la croissance des Algues marines à Roscoff*, Bulletin de l'Institut océanographique, N° 277, Monaco, 1913) sont restées incomplètes.

[2] La nouvelle espèce *F. dichotomus* Sauv. (Cf. p. 41) est annuelle ; les autres espèces ont une plus longue durée. D'après COTTON (*loc. cit.*, p. 53) le *F. serratus* cultivé dans la région de Clare Island est coupé après deux ans de croissance.

par une nervure saillante, leur fronde perd progressivement de bas en haut ses parties latérales minces pour se réduire à la nervure qui continue à s'épaissir et semble alors une tige pour la plante ; or, cette partie inférieure dénudée émet fréquemment, de préférence sur deux génératrices approximativement dans le plan ancien, de petites frondes latérales qui sont souvent plus nombreuses et plus serrées que sur la figure 4 ; parfois sans utilité apparente, ces frondes latérales régénèrent d'autres fois la plante vieillie qui s'est dégradée après la fructification. Mais si la plante est tronquée à un niveau plus ou moins bas, certaines de ces frondes latérales prennent le dessus sur leurs voisines, croissent rapidement, et la plante nouvelle est plus touffue que la première. Dans ce cas, la troncature facilite simplement le développement de ces pousses basilaires de remplacement. Souvent, elle intervient plus directement ; une prolifération plus ou moins abondante apparaît sur la troncature même de la nervure, rarement sur les parties minces latérales, et produit un bouquet de petites frondes nouvelles. J'ai vu des individus de *F. platycarpus* et de *F. vesiculosus* qui avaient été coupés au niveau où ils étaient divisés en douze branches dichotomes, et qui repoussaient ainsi sur chacune des douze nervures sectionnées. Ces bouquets sont généralement trop fournis pour que chaque fronde nouvelle se développe convenablement ; ou bien quelques-unes prennent le dessus sur les autres qui restent minuscules ou bien toutes restent courtes, et même il n'est pas rare que certaines se transforment aussitôt en réceptacles réduits à quelques conceptacles.

Le premier mode de régénération paraît rare chez le *F. serratus*, tandis que le second est commun aux trois

espèces. J'ai vu à Roscoff des individus de *F. serratus* composés d'une tige, haute de quelques centimètres, portant une dizaine de grosses branches nées en un même point, coupées elles-mêmes à quelques centimètres; celles-ci bourgeonnaient en bouquet dense de frondes ayant alors 1-2 centimètres, mais qui paraissaient appelées à bien se développer; la repousse s'était donc produite deux fois et, d'après la grosseur des tiges, la première correspondait peut-être à la coupe autorisée de l'année précédente. Il était impossible, pendant les années de guerre, de se rendre compte de l'effet de la coupe sur la repousse, car la police étant très insuffisante, les règlements n'étaient point suivis, et l'on coupait un peu en tous temps. Une repousse trop vigoureuse, produisant une touffe très dense et très volumineuse, pourrait devenir une cause de destruction, car le disque fixateur ne s'élargit pas proportionnellement, et, les vagues ayant plus de prise sur l'ensemble, la plante peut être arrachée. Outre les variations individuelles, un individu dans sa première année d'existence repousse probablement plus vite et mieux qu'un individu âgé et, *a priori*, un individu dans sa dernière saison d'existence ne survit pas à l'amputation.

On ignore aussi quelle longueur de moignon est indispensable pour permettre cette prolifération; évidemment en rapport avec la proportion de matières de réserves, elle n'est vraisemblablement pas la même pour les différentes espèces et aux différentes saisons. Enfin, l'observation sur place, faite en passant, indique les individus qui repoussent, mais non ceux qui ont disparu; elle devrait être fréquente et embrasser un large espace, où tous les individus auraient été coupés.

J'avais prié M. Dufrenoy, l'un de mes anciens élèves, déjà connu par ses travaux de mycologie, qui occupait alors une villa sur le bord du Bassin d'Arcachon, de faire une expérience à ce sujet. Un gazon épais et continu de *F. platycarpus* et de *F. vesiculosus* couvrait le péret de la villa. Au début de janvier 1919, M. Dufrenoy coupa tous les *Fucus* sur un espace de quelques mètres carrés, en laissant des moignons hauts de 1 à 10 centimètres ; il fallut attendre mars pour voir les plus longs commencer à repousser, mais l'*Enteromorpha compressa* se répandit alors sur tout ce terrain dénudé avec une telle rapidité qu'il le couvrit d'un tapis continu d'un beau vert, si long et si dense que les *Fucus* étaient complètement cachés ; les *Fucus* furent comme étouffés ; on n'en trouvait plus du tout en avril, ils étaient morts et les vagues les avaient détachés et emportés ; ils y réapparaîtront sans doute, par des germinations, quand la saison des *Enteromorpha* sera terminée.

M. Dufrenoy fit alors une autre expérience ; dans les premiers jours d'avril, en divers points marqués, il coupa seulement quelques *F. platycarpus* et *F. vesiculosus* les uns courts, les autres longs, d'autres seulement sur un de leurs rameaux, mais de façon que tous fussent protégés par leurs voisins intacts. Lorsque je les ai vus, à la fin de mai, ces derniers avaient formé, sur la nervure coupée, un bouquet de frondes longues d'environ 2 centimètres ; ceux qui avaient été sectionnés entièrement avaient fourni un bouquet de frondes de quelques millimètres à 1 centimètre, et enfin ceux qui avaient été coupés à 2 à 3 centimètres de la base ne présentaient encore aucune repousse.

Si les rochers arrondis ou irréguliers obligent les ré-

colteurs de goémon à épargner la base de la plante, la faucille tond les rochers plats en laissant un moignon si court qu'il restera stérile, en même temps qu'elle décapite de jeunes individus qu'une coupe longue épargnerait. Un moignon long même s'il ne possédait pas la propriété de bourgeonner et s'il devait dépérir, arrêterait néanmoins utilement les œufs flottants, accélèrerait le repeuplement en abritant les germinations contre la chaleur, le froid, ou la pluie pendant la basse mer[1]. Bien que l'on trouve toute l'année des *Fucus* fertiles, leur reproduction se fait surtout pendant la saison froide ; par suite, les rochers sont déjà ensemencés à la fin de l'hiver ou au début du printemps lorsqu'on récolte le goémon de rive, et d'ailleurs il reste toujours des individus épargnés qui assureront le repeuplement. Enfin, j'ai entendu des cultivateurs prétendre que le goémon coupé en hiver est un meilleur engrais que celui de la fin du printemps ou de l'été. D'après J. Hendrick qui, comme on le verra plus loin, a étudié la question de l'engrais marin (*loc. cit.*, p. 120), les *Fucus* coupés repoussent rapidement et, dans certaines localités de l'Ecosse, on les coupe régulièrement deux fois par an, mais l'auteur ne dit pas quelles sont les époques, ni si les intéressés prennent des précautions qui facilitent la repousse, et peut-être s'agit-il de l'*Ascophyllum* plutôt que des vrais *Fucus*. *A priori*, la coupe du goémon à une certaine distance de la base entraînerait la possibilité d'autoriser des cueillettes plus fréquentes[2].

[1] Cette hypothèse n'est pas conforme aux assertions de Tillet et Fougeroux.

[2] La pétition adressée en 1857 par la Société d'Agriculture de Cherbourg à propos des décrets de 1853 dit : « On pourrait croire

A Roscoff, on fait deux coupes, mais la seconde est plutôt la prolongation de la première. La première a lieu en février-mars, selon les marées, et dure six jours ; les trois premiers jours sont réservés aux riverains qui emploient, pour le transport du goémon coupé, des mannes, brouettes ou civières ; ceux qui disposent de charrettes ou de bateaux sont admis seulement les trois derniers jours, qui sont d'ailleurs les plus favorables. Puis, la cueillette est de nouveau ouverte à tous durant tout le mois de mai. Voici ce qui se passe : Dès le premier jour, les collecteurs sont nombreux et rivalisent de zèle et d'activité ; dès que la mer baisse, ils coupent les premiers *Fucus* (*F. platycarpus*) et s'avancent peu à peu vers les *F. vesiculosus* et les *Ascophyllum*, puis les *F. serratus*, cette dernière espèce étant la plus estimée ; toutefois, on ne fauche pas le goémon comme l'herbe d'un pré, et la mer baissant plus vite qu'ils n'avancent, les récolteurs laissent nécessairement des espaces non coupés qu'ils espèrent retrouver le lendemain. Ces espaces se font de plus en plus rares, la coupe au niveau inférieur devenait fatigante, à cause du chemin de plus en plus long à parcourir sur les rochers pour remonter le goémon en haut de la grève, beaucoup, parmi ceux qui auraient

que la récolte du varech de rive, n'ayant lieu qu'une fois par an, sera beaucoup plus abondante, et qu'ainsi l'agriculture n'y perdra rien. Les observations faites démontrent le contraire ; les herbes marines croissent très vite, se détachent quand elles viennent à maturité et peuvent être emportées par les vents et les courants, au préjudice de tous les intérêts qu'elles sont destinées à satisfaire. La coupe d'hiver n'est pas plus abondante aujourd'hui qu'elle n'était sous l'ancienne législation ». Il doit cependant y avoir là quelque exagération. Voir plus loin ce qui concerne la coupe à l'île de Ré

droit à la coupe pendant six jours, l'abandonnent avant le cinquième. En mai, les collecteurs, bien moins nombreux, prennent tout leur temps et coupent précisément les touffes délaissées en mars qui, d'ailleurs, ont depuis grandi un peu. En outre le goémon de mars paraît plus estimé à Roscoff que celui de mai[1]. Ceci concerne le goémon destiné à l'engrais. La cueillette du *Lichen carragaheen*, nommé *goémon blanc* par opposition au *goémon noir*, autorisée de mai à octobre inclus, occupe beaucoup moins de monde.

Les dates et la durée d'autorisation de couper le goémon de rive varient avec les localités, probablement suivant les traditions locales, la densité de la population, la nature des cultures et l'étendue de l'espace à exploiter. Ainsi, d'après GUÉRIN (*loc. cit.*) la récolte, autorisée à Plounéour-Trez (Finistère) du 15 janvier au 15 juin, est pratiquée surtout en mai-juin, et l'espace intercotidal est partagé en lots établis d'après le nombre des membres de chaque famille : un lot pour le père, un lot pour la mère, un lot pour chacun des enfants et aussi pour les gens à leur service, le partage des lots se faisant, en principe, tous les quatre ans.

A l'île de Ré, le territoire couvert de *Fucus* est im-

[1] Il en est de même dans l'arrondissement de Lannion, d'après L. AYRAULT (*loc. cit.*, p. 423) : « De l'avis général des cultivateurs, le goémon de rive qui doit être employé comme engrais ne possède toutes ses qualités que pendant les mois compris entre janvier et avril, époques auxquelles il arrive à pleine maturité. Le produit obtenu à tout autre moment ne peut guère servir qu'à faire de la cendre qui, pour les besoins de l'agriculture, ne représente pas le vingtième de la valeur du goémon vert ». Ici encore, il doit y avoir quelque exagération.

mense ; toutefois, on ne le coupe pas sur la côte S. W., exposée à la mer sauvage, car le goémon épave suffit aux besoins des riverains. Il en est autrement sur la côte S. E., et en particulier sur le territoire de la commune de Loix, où 200 à 300 hectares de prairies marines exploitables à basse mer sont composés surtout de *F. platycarpus* et de *F. vesiculosus*. Ses riverains étant éloignés des points d'échouage ont avantage à pratiquer la coupe pendant la période autorisée qui dure un mois (mars-avril). D'après M. Brin (*in litt.*), on a parfois tenté deux coupes par an, mais la coupe de septembre ou d'octobre retarde plutôt « l'enherbement » et, au printemps suivant, les *Fucus* sont trop courts pour être exploités. Le *F. serratus* n'est guère coupé sur cette côte plate, sa cueillette obligerait à parcourir un trop long chemin. Une équipe de quatre femmes, fournissant à un homme chargé du transport avec un âne, parvient, dans une marée de six heures, à couper 6 à 8 tonnes de varech[1].

Stanford (*loc. cit.*) écrivait en 1862, après un récent voyage aux îles anglo-normandes, que le temps de la coupe y est fixé par la loi ; à Guernesey, il dure du 17 juillet au 31 août, tandis qu'à Jersey deux coupes annuelles sont autorisées, pendant dix jours chaque fois, l'une à partir du 10 mars, l'autre à partir du 20 juin. La coupe d'été est un temps de vacances régulières dans les deux îles et l'occasion de grandes réjouissances pour les jeunes « vraicqueurs » des deux sexes.

Il semble bien que toutes ces dates d'autorisation de la coupe s'inspirent beaucoup plus de traditions ou de convenances locales que de considérations biologiques.

[1] F. Brin. — *La fumure de la vigne aux engrais marins*, Revue de Viticulture, t. XII, Paris, 1899.

A l'île d'Ouessant, on coupe le goémon de rive seulement pour le chauffage. L'île manque de bois ; les ajoncs non abrités par un mur y restent nains, les bruyères aussi; en hiver, on se chauffe et l'on fait cuire les aliments à l'aide de touffes de gazon, de bouses de vaches préparées en forme de galettes et séchées durant l'été, de tiges de *L. Cloustonii* séchées, et de goémon noir qui est particulièrement apprécié. On coupe le goémon où l'on veut et quand on veut, mais généralement en hiver ou au printemps, car il doit rester au moins deux à trois mois exposé à l'air et recevoir plusieurs pluies pour brûler convenablement. Les propriétaires des terrains en bordure de la mer l'étendent sur leurs terres, les autres l'étendent sur les rochers de la falaise; on le rentre sous des hangards quand il est bien sec. A ma question si cette coupe faite à volonté influait sur la repousse, on a répondu qu'on n'y prête pas attention, car la quantité de goémon de coupe dépasse les besoins (à cause de l'abondance du goémon épave) et l'administration municipale n'a jamais à intervenir.

A l'île Molène, le goémon noir est pareillement utilisé pour le chauffage; d'après une vieille coutume, certaines grèves sont divisées en parcelles réparties entre les familles de l'île et chacune y pratique la coupe à sa convenance; dans les grèves non parcellées, tout habitant coupe où il veut et quand il veut.

Au goémon de rive se rattache le *Zostera marina*, ou varech des emballeurs et des tapissiers, appelé aussi *crin végétal*. Cette Monocotylédone forme de vastes prairies à un niveau assez bas, surtout dans les anses abritées dont ses rhizomes et ses racines consolident la vase ; son

feuillage donne asile à de nombreux animaux. Là où il abonde, par exemple dans le bassin d'Arcachon, dans l'étang de Thau (Hérault)... etc., il constitue la majeure partie du goémon épave rejeté après les tempêtes ; ailleurs, là où il est plus rare, ses longues feuilles étroites, minces et très souples, pourvues de longues fibres cellulosiques, suffisent pour entortiller en gros paquets les Algues diverses roulées par les vagues et rejetées par le flot.

A Roscoff, où il couvre cependant d'assez vastes étendues, on ne le récolte pas méthodiquement ; les uns et les autres le coupent, ou plutôt l'arrachent, quand ils en ont besoin, quelques-uns pour faire des matelas, la plupart pour couvrir et empêcher de se dessécher les tas de goémon de réserve exposés en plein air ; toutefois, ceci n'est qu'une tolérance et il est entendu que les collecteurs ne doivent pas en faire le commerce. En d'autres régions, comme certaines côtes de Normandie (environs de Grandcamp dans le Calvados, entre Agon et Pirou sur la côte ouest de la Manche), où les riverains le récoltent pour la vente, ils l'appellent *varech* et ne donnent jamais ce nom au goémon d'Algues. Avant que la mer l'ait complétement asséché, et tandis que les feuilles flottent encore sur une faible épaisseur d'eau, ils coupent le varech avec des faux et des faucilles comme ils feraient dans un pré ; les uns en chargent des voitures, les autres des gabarres échouées ou des radeaux qui les ont amenés et le montant les reconduit au port. Il y a, en effet, toute une zone où les courants ramènent à coup sûr tous ces radeaux dans une lagune située en arrière du cordon littoral (marais de Blainville). Cette variété de goémon de rive étant l'objet d'un important commerce, sa coupe est réglementée ; nous l'avons vu à propos du décret de

Juillet 1853. Le varech est déchargé sur les terrains sablonneux ; on l'étale comme on fane le foin et on le laisse bien laver par les pluies ; on ne le ramasse pour la vente que lorsqu'il est dessalé et desséché. Les pêcheurs l'utilisent pour leurs matelas.

Le *goémon de fond*, ou *poussant en mer*, comme le désignent les décrets, vit au-dessous du niveau des basses mers d'équinoxe. Sa récolte se fait sur des bateaux, ou *goémonniers*, par des marins appelés du même nom et aussi *soudiers* ; l'Etat leur accorde le permis de circuler et de couper moyennant le paiement d'une redevance annuelle[1]. Le goémon effectivement coupé se compose à peu près uniquement de cinq espèces de Laminaires qui toutes descendent dans la région toujours submergée, et qui toutes remontent dans la zone intercotidale, mais inégalement haut.

Comme je l'ai fait pour les *Fucus*, à propos du goémon de rive, je donne quelques indications botaniques sur ces Laminaires à propos du goémon de fond[2]. Le mot Laminaire étant l'équivalent français du mot *Lami-*

[1] L'article 6 du décret du 8 février 1868 dit :

La récolte ou coupe des goëmons poussant en mer est permise de jour pendant toute l'année. Elle ne peut être faite qu'au moyen de bateaux pourvus de rôles d'équipage. Néanmoins, pour la récolte de ceux de ces goëmons qui sont destinés aux besoins particuliers des cultivateurs, ces derniers et leurs valets de ferme peuvent accidentellement s'adjoindre aux équipages réguliers des bateaux, sans toutefois que leur nombre excède deux individus par tonneau, non compris les hommes du bord.

[2] C. Sauvageau. — *Recherches sur les Laminaires des côtes de France*, Mémoires de l'Académie des Sciences, t. LVI, Paris, 1918.

naria, qui désigne un genre renfermant plusieurs espèces, il serait plus correct, d'après les usages de la nomenclature, d'appeler le groupe *Laminariacées*, comme on dit *Fucacées* ; néanmoins, on dit souvent *Laminaires*, qui est moins long, et j'emploie ici ce mot dans ce sens. Les Laminaires appartiennent comme les Fucacées aux Algues brunes, ou Phéophycées ; elles en diffèrent par leur forme et leur mode de reproduction. Leur forme simule une Phanérogame. La plante, fixée aux rochers par des *haptères* ressemblant à des racines, possède une *tige* ou *stipe*, simple chez nos espèces, ramifiée chez d'autres, qui se termine par une *feuille* unique ou *lame* quand le stipe est unique, et par autant de lames que le stipe a de rameaux chez les autres ; en outre, une lame peut être simple, ou divisée en lanières par des déchirures naturelles. Ces diverses modifications de la forme extérieure ont permis d'établir parmi les Laminaires de nombreux genres, bien représentés en particulier sur les côtes du Japon et de l'Amérique. Un fait d'un haut intérêt phylogénique, vérifié chez assez d'espèces pour induire sa constance dans tout le groupe, est la remarquable uniformité des stades de jeunesse ; quelle que soit la forme du stipe ou de la lame adultes, la plante jeune à un stipe simple et une lame simple. En outre, tandis qu'un *Fucus* s'accroît par le sommet de chacun de ses rameaux, une Laminaire s'accroît par une zone génératrice intercalaire, où le cloisonnement est très actif, située au point d'union du stipe et de la lame, de sorte que l'accroissement du stipe et celui de la lame sont simultanés, se font au même endroit et en sens inverse ; le sommet d'une lame étant sa partie la plus âgée, il est usé, déchiqueté ; la lame se détruit par son sommet, tandis qu'elle se régénère par sa

base. La disposition et la nature de l'appareil reproducteur sont un autre caractère très général du groupe. A part le *Saccorhiza bulbosa*, où cet appareil envahit toutes les parties de la plante, il est localisé sur la lame ; il y forme des plages plus ou moins larges, à peine saillantes, ou *sores*, constituées par des sacs étroits ou *sporanges* remplis de *zoospores*, et entremêlés de cellules stériles. Un seul individu bien fructifié peut répandre des millions de zoospores. Les zoospores germent directement, car elles sont asexuées ; toutefois, au lieu de fournir une plante semblable à la plante mère, elles fournissent une plantule microscopique sexuée d'où sort, après fécondation, une Laminaire ; on dit qu'il y a alternance régulière entre la génération sexuée et la génération asexuée.

Fig. 8 — *Laminaria saccharina* Lamour.

Individu adulte récolté à Roscoff en août. — Environ 1/15 gr. natur.

Mettant à part l'*Alaria esculenta*, trop rare chez nous pour être utilisé, l'espèce qui remonte le plus haut. qui se rencontre même parmi les *Himanthalia*, est le *Laminaria saccharina* (fig. 8) ou *Baudrier* qui possède une lame en large ruban simple et ondulé crispé, qui atteint
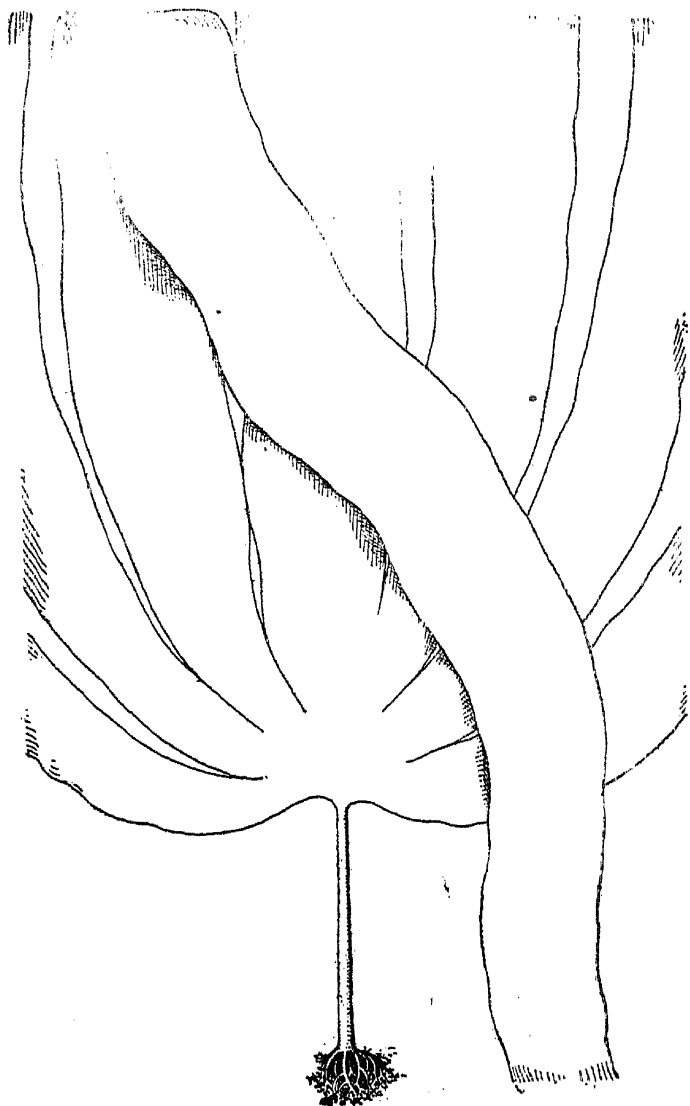
Fig. 9. — *Laminaria flexicaulis* Le Jol.
Individu adulte récolté à Roscoff en janvier. — Environ 1/15 gr. natur.

souvent 3 à 4 mètres, portée par un stipe cylindrique, étroit, court en comparaison de la longueur de la lame. On ne sait pas combien de temps vit cette espèce. Le *L. saccharina* remonte parmi les *Fucus serratus*, où parfois même il abonde, mais sans y fructifier; on considérait autrefois cette forme jeune du niveau supérieur comme une espèce que l'on nommait *L. Phyllitis*. Les autres espèces ont un stipe plus gros et plus long et une lame digitée, découpée en longues lanières rayonnantes. C'est d'abord le *Lam. flexicaulis* (fig. 9 et 10), qui autrefois constituait, avec le *Lam. Cloustonii* (fig. 11), le *Lam. digitata* des anciens auteurs; son stipe longuement conique ou légèrement fusiforme, lisse, flexible, aplati au sommet, lui mérite bien son nouveau nom imposé par LE JOLIS; le poids de la lame le couche et l'étend sur le rocher quand la marée l'assèche; sa lame, d'une teinte olivacée foncée, oscille entre 1 et 3 mètres de longueur avec une largeur très variable. La figure 10 représente la forme que prend souvent le *L. flexicaulis* sur les rochers exposés au choc des vagues; la lame est plus étroite que dans les stations abritées et le stipe, plus long, est tordu sur lui-
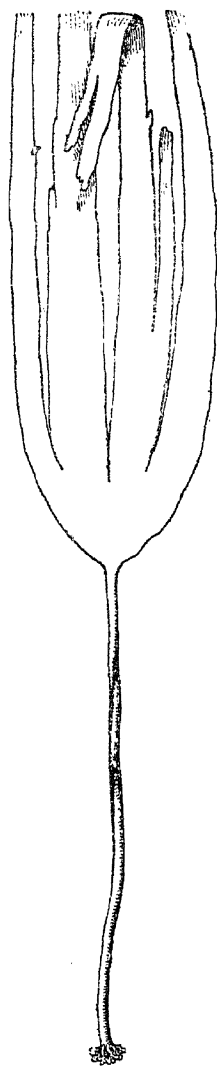
Fig. 10. — *Laminaria flexicaulis* Le Jol. Individu adulte à stipe tordu, récolté à Roscoff en août. — Environ 1/15 gr. natur.

même. A l'époque où les *L. flexicaulis* et *L. Cloustonii* étaient confondus sous le nom de *L. digitata*, les auteurs anglais distinguaient une variété *stenophylla* dont la lame étroite se divise en un petit nombre de lanières, comme on la voit figurée dans le *Phycologia britannica* de HARVEY. Depuis, certains l'ont élevée au rang d'espèce. En attendant que son développement soit suivi en détail et prouve son indépendance, il semble que le *L. stenophylla* des auteurs anglais n'est pas autre chose qu'une portion de notre *L. flexicaulis*[1]. Très recherché en Bretagne pour l'engrais et pour l'extraction de l'iode, il y est connu sous le nom de *Taly*.

Le *Lam. Cloustonii* ne découvre qu'aux grandes marées ; son stipe est droit, raide et rugueux, comme chagriné, ce qui facilite la fixation de nombreux épiphytes ; sa lame digitée et de teinte roussâtre est généralement plus courte que son stipe tout au moins chez l'adulte. Si l'on éprouve une difficulté à distinguer cette espèce de la précédente, on aura recours aux canaux mucifères[2] : quand on coupe la lame de l'une ou de l'autre, des gouttelettes

[1] J'ai déjà dit à propos du *F. platycarpus* comment la loi de priorité appliquée à de vieux noms de valeur très douteuse complique inutilement et fâcheusement la nomenclature. Les Laminaires nous en offrent un autre exemple aussi regrettable. Quand LE JOLIS eut démontré dans un Mémoire très étudié qu'il fallait distinguer deux espèces dans le *L. digitata*, il eût été très simple de suivre sa nomenclature ; c'est ce que nous faisons en France ; il n'en est pas de même partout ; le nom de *L. hyperborea* est parfois employé au lieu et place de *L. Cloustonii*, les noms de *L. digitata* et *L. stenophylla* sont parfois employés au lieu de *L. flexicaulis*.

[2] L. GUIGNARD. — *Observations sur l'appareil mucifère des Laminaires*, Annales des Sciences naturelles, Botanique, série 7, t. XV, Paris, 1892.

hyalines, épaisses et collantes, sortent de la section; au contraire, le stipe du *L. flexicaulis* manque de canaux, tandis que celui du *L. Cloustonii* en est abondamment pourvu; quand on le coupe en travers, on voit à l'œil nu surgir une couronne périphérique de petites gouttelettes. Le *L. Cloustonii* vit longtemps, une douzaine d'années; son stipe présente des anneaux concentriques comparables à ceux de nos arbres, chacun correspondant probablement à une année; toutefois, la lame se renouvelle chaque année pendant la saison froide et les lames anciennes qui tombent constituent les *mantelets* dont il est question plus loin. D'après Joubin [1], les Laminaires de la région de Roscoff descendent probablement jusque vers 30 mètres au-dessous du zéro; à ce niveau, je les suppose repré-
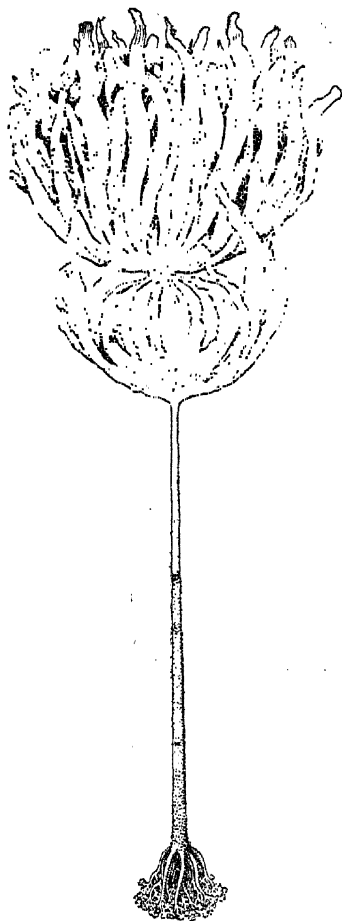
Fig. 11. — *Laminaria Cloustonii* Edm.

Individu au moment où la lame ancienne, ou *mantelet*, va se détacher tel qu'on le voit à Roscoff en mars. — Environ 1/15 gr. natur.

[1] L. Joubin. — *Recherches sur la distribution océanographique des végétaux marins dans la région de Roscoff*, Annales de l'Institut océanographique, t. I. Monaco, 1908.

sentées surtout par le *L. Cloustonii*, dont la proportion re-
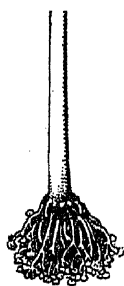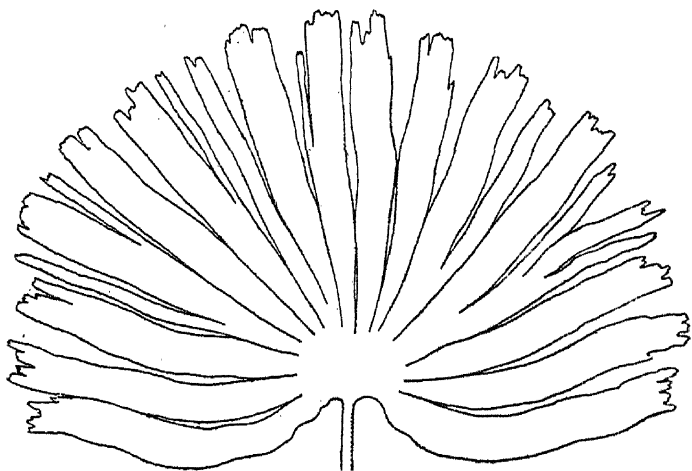
Fig. 12. — *Laminaria Lejolisii* Sauv.
Individu adulte récolté à Roscoff. — Environ 1/15 gr. natur.

lative dans les forêts sous-marines augmente avec la profondeur.

Au même niveau, vit le *L. Lejolisii* (fig. 12), grande plante munie d'un stipe gros, flexible et lisse surmonté d'une lame blanchâtre, de la teinte d'une plante étiolée. Bien que son stipe soit très flexible, il se tient dressé à marée basse; la plante coupée se corrompt rapidement à l'air. Je l'ai décrit et nommé en 1916[1]; il était alors fréquent à Roscoff. Il est si distinct à première vue des autres Laminaires digitées que j'ai pensé que son introduction est récente, car, s'il avait existé quelques années avant mon passage à Roscoff, les algologues qui ont exploré la région n'auraient pas manqué de l'apercevoir. Sa présence est intéressante au point de vue pratique ; il croît, en effet, au niveau du *L. Cloustonii*, mais son développement est beaucoup plus rapide ; s'il continue à se répandre, il pourrait donc supplanter le *L. Cloustonii* recherché par les goémonniers pour l'extraction de l'iode. Pendant la guerre, les conditions ne favorisaient pas sa recherche en d'autres points des côtes. En septembre 1919, des coupeurs de goémon, rencontrés au Conquet, m'ont affirmé que ce *L. Lejolisii* (qu'ils appellent *Taly au lait* à cause de la teinte de sa lame) abonde autour des îles de Béniguet et de Quéménès et qu'ils l'y ont toujours vu ; ils le négligent, et l'un d'eux, qui exerce cette profession depuis douze ans, me l'a décrit avec une telle précision que j'ai tout lieu de croire à l'exactitude de son affirmation. D'après M. LE TREUT, chef guetteur du sémaphore d'Ouessant-Créach, originaire de Lampaul-Plouarzel (sur le

[1] C. SAUVAGEAU. — *Sur une Laminaire nouvelle pour les côtes de France* (Laminaria Lejolisii *Sauv*.). Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CLXIII, Paris, 1916 — C. SAUVAGEAU, *Recherches sur les Laminaires*, etc., *loc. cit.*, 1918.

continent), la plante se rencontre sur toute la côte, du Conquet à l'Aber-Wrach ; dans sa jeunesse, quand il allait couper du goémon, ses parents lui recommandaient de l'éviter parce qu'elle pourrit trop vite. Pendant les
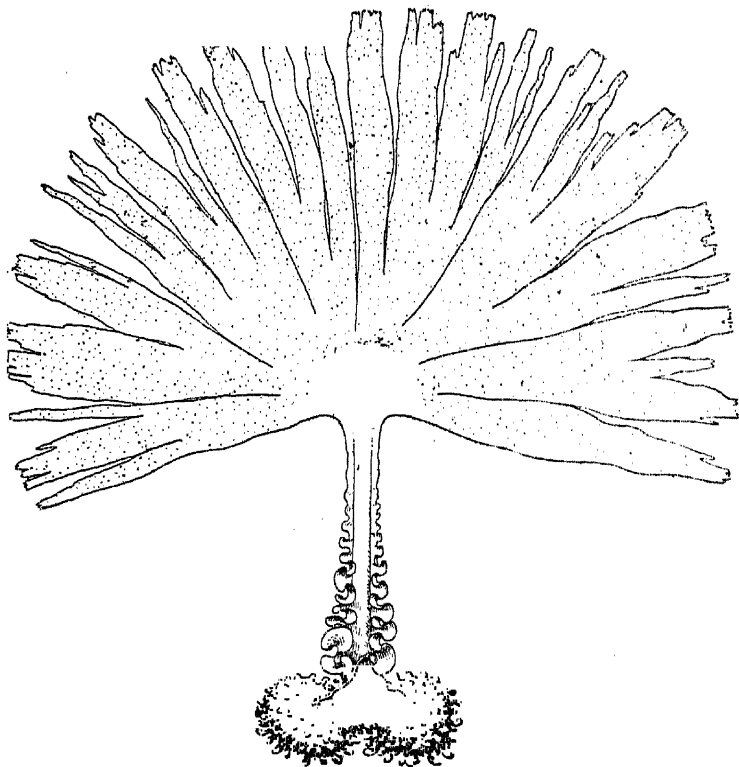
Fig. 13. — *Saccorhiza bulbosa* de la Pyl.
Individu adulte récolté à Roscoff en octobre. — Environ 1/15 gr. natur.

grandes marées de septembre, je l'ai vainement cherché à l'île d'Ouessant, où le *L. Cloustonii* est d'une extrême abondance ; un unique exemplaire, encore frais, que j'ai trouvé parmi le goémon épave, y prouve cependant son existence, mais sans doute en faible quantité et peut-

être est-il toujours submergé. Si les renseignements que j'ai recueillis sont exacts, la plante découverte à Roscoff serait donc originaire de la côte Ouest ou des îles du Finistère.

A l'inverse des précédentes espèces qui ont un stipe de section arrondie, le *Saccorhiza bulbosa* (fig. 13) possède un stipe plat dont la longueur atteint un à deux mètres et la largeur un décimètre ; ses bords sont souvent godronnés. Il est donc facile à distinguer des autres espèces à lame digitée. Son stipe semble sortir d'une grosse masse creuse fixatrice, irrégulièrement bosselée, lisse ou couverte d'aspérités, assez improprement appelée son bulbe. Bien que le *Saccorhiza bulbosa* soit la plus grande espèce de nos côtes, il est annuel.

Au goémon de fond se rapporte aussi une Fucacée, l'*Halidrys siliquosa*, qui se tient sur les rochers au niveau inférieur de la marée et au-dessous ; en Angleterre et en Irlande, où elle est probablement plus abondante que chez nous, c'est l'une des principales espèces dont on retire la soude. *L'Halidrys* forme de longues touffes brunes longues de 1 mètre et plus, constituées par des axes étroits, comprimés, qui portent de nombreux rameaux distiques semblables à eux ; des rameaux spéciaux se terminent par de longues vésicules aérifères cloisonnées en logettes, rappelant par leur forme une silique de Crucifère (d'où le nom de *siliquosa*). Ces aérocystes sont de si excellents flotteurs qu'on les trouve séparés de la plante mère un peu partout, sur toutes les plages.

Toutes ces espèces pourraient, à la rigueur, être citées dans la catégorie du goémon de rive, puisque toutes peuvent être cueillies à la main ; les *L.saccharina* et *L.flexicaulis* assèchent parfois assez longtemps pour per-

mettre une récolte rémunératrice. En réalité, elles sont exploitées comme goémon de fond, avec le *L. Cloustonii*. Des hommes, qui se tiennent sur le bateau, les coupent au fond de l'eau à l'aide d'une faucille ou « guillotine » emmanchée à l'extrémité d'une longue perche, et les ramènent à bord une à une. Ce travail demande de la force, de l'adresse et de l'habitude. Les goémonniers cherchent à couper le stipe de la Laminaire tout près de son sommet et non à sa base malgré la forte proportion de sels de potasse et de composés iodés qu'il renferme, car son poids et sa forme rendent plus aléatoire la possibilité de remonter la plante jusqu'au bateau. Néanmoins, et malgré leur adresse, environ une moitié du goémon coupé leur échappe, retombe au fond ou est emporté par le courant ; c'est un véritable gaspillage. Les Laminaires inutilement coupées ne sont pas entièrement perdues, dit-on, et sont tôt ou tard ramenées à la côte comme goémon épave ; c'est probablement exagéré ; d'ailleurs, un séjour un peu prolongé dans l'eau les altère ; un mauvais temps survenant peu après en rejetterait une partie, les autres s'enchevêtrent par leurs longues lanières parmi les rochers ou les plantes épargnées et y restent.

Pendant la belle saison, de nombreux bateaux s'adonnent à la pêche du goémon de fond sur les côtes de Bretagne et en coupent des milliers de tonnes. La coupe se fait quand l'eau est basse ; dans les intervalles, le goémon débarqué sur les dunes est d'abord séché puis brûlé. Cette industrie relativement récente s'est développée quand on comprit que les Laminaires renferment plus de potasse et d'iode que les Fucacées de rive. Les « soudiers » ne concurrencent donc plus guère les agriculteurs dans la cueillette du goémon de rive. Néanmoins, des plaintes

semblables à celles que nous avons entendues au XVIII[e] siècle se sont élevées, car l'exploitation du goémon de fond devient de plus en plus active.

On craint que la coupe des Laminaires toujours submergées n'entraîne un dommage pour la pêche en détruisant le frai. « L'idée un moment à la mode, dit Yves DELAGE[1], que les goémons de fond constituent de vastes frayères pour le poisson a été abandonnée ; mais il n'en reste pas moins, que, dans ces épais fourrés, nombre d'espèces utiles trouvent, non seulement une obscurité favorable et un abri contre leurs ennemis les Sélaciens pélagiques et les Cétacées carnivores, mais aussi une nourriture abondante aux dépens des mille espèces d'Invertébrés qui viennent y chercher eux aussi un abri contre la lumière et contre une trop grande agitation de l'eau ». Lorsque j'étudiais les Laminaires à Roscoff, j'ai maintes fois longuement fouillé du regard le fond de l'eau à l'aide de la lunette d'eau et le très petit nombre de poissons que je voyais circuler parmi les plantes marines m'a toujours surpris.

DELAGE a cherché à déterminer quelle est, avec les procédés de récolte actuellement en usage pour le goémon de fond, c'est-à-dire qui respectent les Laminaires les plus profondes, le rapport entre la surface exploitable et la surface totale occupée par ces Algues. D'après ses observations sur une longueur de côte de 79 milles, s'étendant de la rivière de Lannion jusqu'à l'île Vierge, la surface exploitable est environ le 1/3 de la surface totale habitée par les Laminaires. C'est dire que le goémon épargné doit

[1] Yves DELAGE. — *La question du Goémon de fond*, Bulletin de l'Institut océanographique, N° 267, Monaco, 1913.

suffire à l'abri du poisson. Toutefois, l'auteur prévoit (*loc. cit.*, p. 7) que « si la consommation d'iode augmente, si les usines se multiplient, si les demandes de goémon s'accroissent, les zones actuellement exploitées deviendront insuffisantes et que l'on cherchera et trouvera de nouveaux moyens d'atteindre les Laminaires de la zone profonde au moyen de grappins, de dragues spéciales ou de nouveaux engins que saura bien découvrir l'ingéniosité des intéressés.

« Cela pourrait alors créer un sérieux danger pour les intérêts de la pêche. La chose est tellement évidente qu'il est inutile d'en développer la démonstration. Le seul moyen d'éviter ce mal est de réglementer le mode de récolte du goémon de fond qui, actuellement, est absolument libre. Il suffirait pour cela de consacrer par décret l'autorisation de la faucille emmanchée de 4 mètres et d'interdire rigoureusement l'emploi de tout autre procédé permettant d'atteindre le goémon à une plus grande profondeur ».

Je n'ai certes pas à prendre la défense des goémonniers, car tous les coupeurs de goémon sont des ennemis du botaniste, mais de nouvelles difficultés sont à prévoir pour le jour où l'administration sanctionnera la proposition de Delage. Une perche ne pouvant être tenue efficacement par son extrémité, il faut compter près d'un mètre non directement utilisé, d'autant plus que le marin ne la tient pas toujours verticalement ; il reste donc 3 mètres utiles ; c'est un peu court sur les côtes de la Manche où l'amplitude des marées est considérable, et c'est plutôt long sur les côtes des îles de Saintonge, d'Aunis, de Vendée ou du sud de la Bretagne où ce mode de récolte a été négligé jusqu'à présent. Quelle que soit la longueur de perche

autorisée elle favorisera ceux du sud et contrariera ceux du Nord.

Les riverains, d'ailleurs, voient les goémonniers d'un œil peu favorable. Pour leur défense, ceux-ci cherchent à répandre la croyance qu'en coupant les Laminaires ils rendent service à tout le monde ; elles repoussent plus dru, disent-il. C'est une erreur grossière. C'est une erreur aussi de dire, comme GLOESS [1] « que les plantes marines sont une source qui ne pourra jamais se tarir » (*loc. cit.*, p. 101). Le même auteur dit à propos des Laminaires : « Il est à remarquer que le goémon coupé repousse très vite, surtout (*sic*) s'il est coupé au-dessus de sa région génératrice, c'est-à-dire au-dessus de la base des feuilles ou, plus correctement dit, des lames. Comme il est inutile de couper le goémon au ras du sol, que c'est même chose pour ainsi dire pratiquement impossible, particulièrement en coupant mécaniquement, cette méthode ne présente aucun danger ni pour la reproduction du goémon ni pour ceux qui vivent de sa récolte. » (*loc. cit.*, p. 173). Or, les Laminaires de nos côtes, coupées en un point quelconque de leur stipe, ne repoussent jamais, ni du stipe ni des racines ; la zone génératrice est, il est vrai, limitée au point d'union du stipe et de la lame, mais l'accroissement par cloisonnement cellulaire se continue dans la lame bien au-dessus de sa base et nous ne savons rien du niveau où une troncature pourrait être impunément pratiquée ; la

[1] P. GLOESS. — *L'exploitation industrielle des plantes marines*, Moniteur scientifique de Quesneville, 5e série, t. VI, Paris, 1916. L'auteur a publié une seconde édition de ce Mémoire : *Les plantes marines. Leurs utilisations*, Bulletin de l'Institut océanographique, N° 350, Monaco, 1919. A moins d'indication contraire, la pagination citée ici se rapporte à la première édition.

lame de toutes nos espèces (à part le *L. saccharina*) est digitée au-dessus d'une base indivise relativement courte ; c'est sans doute vers le point d'union entre la partie indivise et la partie digitée qu'il faudrait donner le coup de faucille pour permettre à la lame de repousser, et, malgré l'habileté déployée par les goémonniers, on ne peut raisonnablement leur demander de renouveler souvent ce tour de force au cours de leur journée de travail J'ai vu à mer basse, maintes fois, au sommet de stipes fixés sur les rochers, des lames coupées par eux réduites à quelques centimètres, peut-être certaines repoussaient-elles, mais d'autres dépérissaient sûrement. Quoiqu'en pense Gloess on coupe facilement les Laminaires sur leur tige, même près de leur base, et lorsque j'allais en mer avec Hyacinthe Le Mat, l'habile marin de la station biologique de Roscoff, pour étudier la flore fixée sur le *Lam. Clous-tonii*, à chacune de nos excursions, il m'en ramenait des centaines d'individus dans le canot. L'affirmation de Gloess en ce qui concerne la reproduction du goémon n'est pas plus exacte. Le *Sacc. bulbosa* est la seule espèce, d'ailleurs annuelle, dont le stipe porte des sporanges ; on pourrait donc le couper impunément ; malheureusement, c'est aussi l'espèce la moins estimée. Les autres portent leurs sporanges sur la lame et vivent plus longtemps ; on manque de points de repère pour évaluer la durée du *Lam. flexicaulis* sur nos côtes ; toutefois, elle est certainement moindre que celle du *Lam. Cloustonii*, qui atteint souvent une douzaine d'années. Par suite, et de toute évidence, une coupe fréquente dans un même lieu doit nécessairement réduire progressivement le nombre des grands individus du *Lam. Cloustonii*, qui est précisément l'espèce la plus caractéristique à partir d'une certaine pro-

fondeur. En outre, la période de reproduction de cette espèce étant bien plus nettement limitée que celle des autres, car elle a lieu seulement pendant les mois froids, la coupe deviendrait dommageable si elle s'effectuait en hiver. Un seul individu de grande taille fournissant, il est vrai, des millions de zoospores, suffirait théoriquement à ensemencer une immense étendue, mais le nombre des germes est évidemment en relation avec le nombre des chances de destruction. Actuellement, les soudiers exploitent la mer pendant la belle saison seulement, à cause de la difficulté de faire sécher leur récolte avant de la brûler; si les procédés d'extraction des matières utiles se perfectionnent, le séchage se fera dans des usines et l'exploitation intensive s'effectuera toute l'année. Dans ce cas, une nouvelle réglementation deviendra nécessaire.

On verra pourquoi ce qui est possible sur les côtes américaines l'est beaucoup moins sur les nôtres.

Les Etats-Unis font une consommation considérable et progressive de sels de potassium pour l'usage agricole. On a dit qu'ils recevaient le cinquième de ce que produisent les mines allemandes, et plus de la moitié de ce qui en est exporté. Quelques années avant la guerre, leur gouvernement, préoccupé de l'inconvénient de laisser l'agriculture tributaire de l'étranger pour des matières devenues de première nécessité, prit l'initiative des recherches de gisements potassiques; de nombreux géologues, chimistes et botanistes y participèrent[1]. Je n'ai pas à m'occuper de la recherche des gisements miniers.

[1] Voir entre autres : *Fertilizer Resources of the United States.* Senate Document, N° 190, Washington, 1912 (Rapports de Setchell,

Jusque là, les riverains qui répandaient les Algues marines sur leurs terres étaient à peu près seuls à les utiliser. En 1906 et 1909, BALCH, attirait l'attention sur leur utilisation possible comme gisements de sels potassiques et en particulier de chlorure de potassium [1]. Ce fut le point de départ de recherches collectives exigeant un travail considérable, et les auteurs des rapports officiels doivent être loués du zèle et de la fructueuse activité qu'ils ont déployés. Toutefois, la question de l'utilisation la plus profitable des Algues marines n'est pas définitivement résolue, le travail continue et chaque jour paraissent de nouveaux Mémoires. Mais déjà des milliers de tonnes de goémon ou *Kelp* sont extraites de l'Océan Pacifique pour en utiliser la potasse et d'autres produits [2].

Certaines personnes qui, en ces derniers temps, ont écrit sur les Algues marines se sont demandé pourquoi on n'utiliserait pas en France les procédés de récolte du

RIGG, MC FARLAND, CRANDALL, JOHNSTON, TURRENTINE, ALSBERG, résumés par F.-K. CAMERON et MOORE).

CAMERON. — *Potash from Kelp*. United States Departement of Agriculture, office of the secretary, Report N° 100, Washington, 1915 (Rapports de CAMERON, CRANDALL, RIGG, FRYE).

[1] D.-M. BALCH. — *Extracting potassium Chloride from Seaweed*, Brevet U. S. 825, 953, 17 Juillet 1906. — *On the Chemistry of certain Algæ of the Pacific coast*. Journal of Industrial and Engineering Chemistry, t. I, Easton, 1909. Je n'ai pas eu ces deux documents entre les mains ; je les cite d'après les auteurs.

[2] Pour les Anglais le mot *Kelp* désigne le produit de l'incinération des plantes marines, ce que nous appelons *salin* ou *soude de varech*. Son sens n'est pas le même aux Etats-Unis, où il désigne les Algues marines qui servent ou pourraient servir à obtenir cette « Soude », plus particulièrement les Laminaires et surtout les Laminaires géantes.

goémon inventés par les Américains. C'était faire preuve d'ignorance de la question. Les Américains appliquent les procédés de récolte qui seront dits plus loin seulement à des espèces particulières, se présentant dans des conditions exceptionnellement favorables, et non à des Laminaires quelconques. Ce n'est pas que des espèces comparables aux nôtres manquent sur les côtes des Etats-Unis, elles y sont au contraire bien plus nombreuses et plus variées. Aux trois genres de nos côtes atlantiques, *Laminaria*, *Saccorhiza*, et *Alaria*, les Américains du Nord peuvent en opposer vingt que j'énumère d'après SETCHELL et dans l'ordre botanique : *Phyllaria* Gobi, *Laminaria* Lamour., *Hedophyllum* Setch., *Arthrothamnus* Rupr., *Pleurophycus* Setch. et Saund., *Cymathaere* J. Ag., *Costaria* Grev. *Agarum* Bory, *Thalassiophyllum* Post. et Rupr., *Lessonia* Bory, *Dictyoneuron* Rupr., *Postelsia* Rupr., *Nereocystis* Post. et Rupr., *Macrocystis* C. Ag., *Pelagophycus* Aresch., *Lessoniopsis* Reinke, *Pterygophora* Rupr., *Alaria* Grev., *Eisenia* Aresch., *Egregia* Aresch. Tandis que nous avons seulement 4 *Laminaria*, y compris le récent *L. Lejolisii*, ils en ont 18, dont 10 du type du *L. saccharina* à lame indivise et 8 du type *L. flexicaulis* à lame digitée ; tandis que nous avons un seul *Alaria*, d'ailleurs sporadique, ils en ont 15. Ils sont donc singulièrement plus favorisés.

Peut-être les Américains utiliseront-ils un jour ou l'autre la plupart de ces espèces bien que, si la coupe doit se faire à la main, comme sur nos côtes, le prix de revient soit un sérieux obstacle à une exploitation en grand ; leur attention s'est limitée jusqu'à présent aux grandes espèces qui abondent sur la côte du Pacifique, de la Californie à l'Alaska, et qui permettent une exploitation mécanique. Certaines Laminaires, en effet, qui atteignent une

taille considérable et méritent bien le nom de géantes (*Giant Kelps*), constituent à une faible distance des côtes des bancs immenses et épais, d'autant plus favorables à une exploitation que la plupart possèdent des flotteurs (aérocystes ou pneumatocystes) qui amènent et maintiennent leurs lames à la surface de l'eau. En outre, ces Algues sont notablement plus riches en potasse que les espèces européennes, moins riches toutefois en iode. Ces conditions ayant tenté des industriels, des usines ne tardèrent pas à s'élever sur les côtes.

Je décris brièvement ces Laminaires géantes, car leur physionomie diffère considérablement de celle de nos espèces européennes ; elles se réduisent d'ailleurs à quatre principales. Les livres indiquent depuis longtemps leurs dimensions et la profondeur des rochers où elles s'attachent ; ces donnés résultaient surtout d'observations faites en passant et certaines paraissent exagérées. Des collaborateurs de CAMERON, après avoir vu et mesuré un très grand nombre d'exemplaires, ont publié une note spéciale sur leur taille [1].

Bien qu'il puisse atteindre près de 40 mètres de longueur, le *Nereocystis Luetkeana* est annuel [2] ; il apparait

[1] T.-C. FRYE, G.-B. RIGG and W.-C. CRANDALL. — *The size of Kelps on the Pacific Coast of North America*, Botanical Gazette, t. LX, 1915.

[2] Dans la région du Puget Sound, les marins lui réservent le nom de *Kelp*, les autres grandes Laminaires rentrent dans la catégorie des *Seaweeds*. Ils l'appellent aussi *Kelp à vessie* (*Bladder Kelp*) et *Chou de Loutre de mer* (*Sea-otter's cabbage*). Cela ne signifie pas que la Loutre de mer, animal carnivore, en fait sa nourriture ; on lit en effet dans MOQUIN-TANDON (déjà cité p. 49) : « On le voit souvent couché sur des îles flottantes de Néréocyste, se réchauffant aux rayons du soleil, ou guettant quelque proie. C'est pourquoi, dans

au printemps pour disparaître en hiver ; certains individus toutefois vivent plus longtemps. De nombreux haptères ou racines le fixent au fond de l'eau, jusqu'à 9 brasses de profondeur. Son stipe d'une douzaine de mètres, souvent davantage, avec un diamètre d'environ un centimètre, semble une longue corde ; il se termine par une boule creuse, ou pneumatocyste, qui lui sert de flotteur, de 45 centimètres de circonférence au maximum, épais de 2 centimètres, rempli d'air (ou mieux de gaz, l'analyse chimique n'ayant pas été faite) dont la pression variable est, en moyenne, inférieure de 77 millimètres de mercure à la pression atmosphérique[1]. Ce pneumatocyste porte plusieurs lames comme pédicellées sur lui (fig. 14, *C*), l'ensemble de ces pédicelles constituant le sommet ramifié du stipe. La plante jeune a une lame unique et cordiforme (fig. 14, *A*), mais bientôt une incision naturelle apparaît dans sa base qui se déchire en deux ; chaque lanière se trouve unie au flotteur par une partie étroite lui tenant lieu de pédicelle et où se localise la zone d'accroissement. Le phénomène, se renouvelant plusieurs fois, produit théoriquement une sorte de ramification dichotomique; le nombre des lames augmente et elles s'écartent l'une de l'autre par élargissement du pneumatocyste (fig. 14, *B*). Chez nos Laminaires digitées, au contraire, les déchirures n'affectant pas la zone d'accroissement, la base de la lame reste indivise et le stipe n'est pas ramifié. Certains individus de *Nereocystis* ont ainsi, sur un même pneumatocyste, trente à cinquante lames indépen-

certains pays, les végétaux dont il s'agit sont désignés sous le nom de *Choux aux Loutres* ».

[1] T.-C. Frye. — *Gas Pressure in Nereocystis*, Puget Sound marine station Publications, t. I. Seattle, 1916.

dantes, longues chacune de 3 à 8 mètres avec une largeur maximum de 20 centimètres (fig. 14, *C*). Le poids d'un individu adulte à l'état frais varie de 7 à 30 kilos. Le plus grand individu rencontré par FRYE (*in* CAMERON, *loc. cit.*) sur les côtes de l'Alaska dépassait 55 kilos, l'ensemble de ses lames pesait 49 kilos et couvrait une surface de
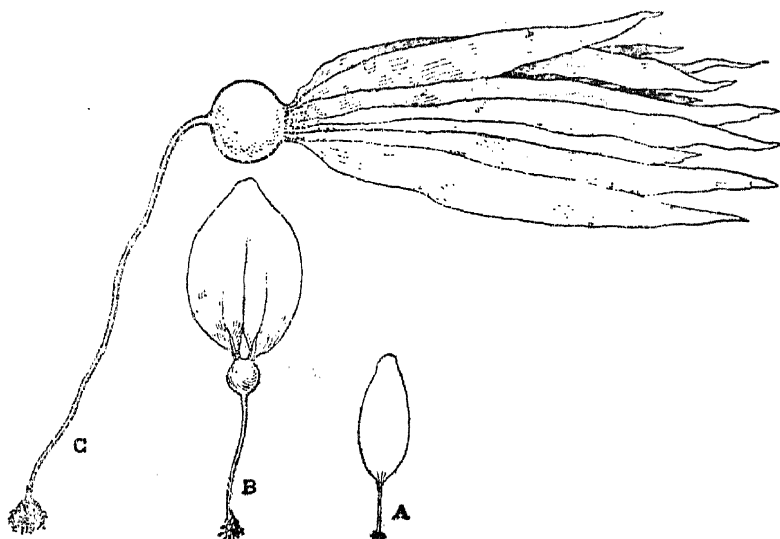
Fig. 14. — *Nereocystis Luetkeana* P. et R.
Dessins schématiques des états successifs de la plante, composés d'après les photographies et les descriptions des auteurs américains.

80 à 85 mètres carrés. Les bateaux trouvent un abri contre la tempête parmi ces bancs de *Nereocystis* quand ils n'ont pas à proximité un abri sous le vent, et les pêcheurs attachent fréquemment leur barque à une douzaine de pneumatocystes en attendant la fin d'un coup de vent ; c'est dire la résistance des stipes et la solidité de leur fixation.

Le pneumatocyste conduit les lames à la surface de

l'eau, où elles flottent parallèlement à la surface, et un peu au-dessous, tandis que le pneumatocyste est plus ou moins exondé. Les sores naissent sur les lames et sont bien développés de juin à août. En septembre, la plante se détache au-dessus de sa base fixatrice, flotte en dérive et les vagues la rejettent par centaines de tonnes sur la grève ; le fauchage doit se faire avant. On a remarqué que la densité des bancs de *Nereocystis* change selon les années ; des bancs, très denses une année, sont clairsemés l'année suivante ; on attribue ce fait à des tempêtes, mais la cause pourrait être biologique.

Au lieu de constituer d'immenses champs, comme le *Nereocystis*, le *Pelagophycus Porra*[1] se rencontre seulement en petits îlots séparés ou bien sur le bords des bancs de *Macrocystis* du côté du large ; il a donc moins d'importance en tant que goémon exploitable que les trois autres « giant Kelps » ; d'ailleurs, on ne l'a trouvé ni dans le Puget Sound, ni sur les côtes de l'Alaska ; il s'insère sur les rochers jusqu'à 20 brasses de profondeur. C'est une plante annuelle ; on le considérait autrefois comme un *Nereocystis ;* d'après SETCHELL, il est intermédiaire par sa ramification entre ce genre et le *Macrocystis*. Sa longueur totale atteint 45 mètres. Comme celui du *Nereocystis*, son long stipe porte, au-dessus d'un rétrécissement, un gros pneumatocyste globuleux sur lequel, dans la prime jeunesse, se dresse une lame unique ; celle-ci se divise bientôt en deux, comme chez le *Nereocystis*, sans toutefois que la fissure atteigne le pneumatocyste, de sorte que les deux lames sœurs ont un pédicelle commun bifurqué en Y (fig. 15, *A*). De nouvelles fissures se

[1] *Porra*, ancien nom donné à la plante par les Espagnols.

produisent dans chacune des deux lames et, entre elles, la base s'allonge, constitue un entre nœud de ce stipe secondaire, qui peut lui-même, par le même processus,
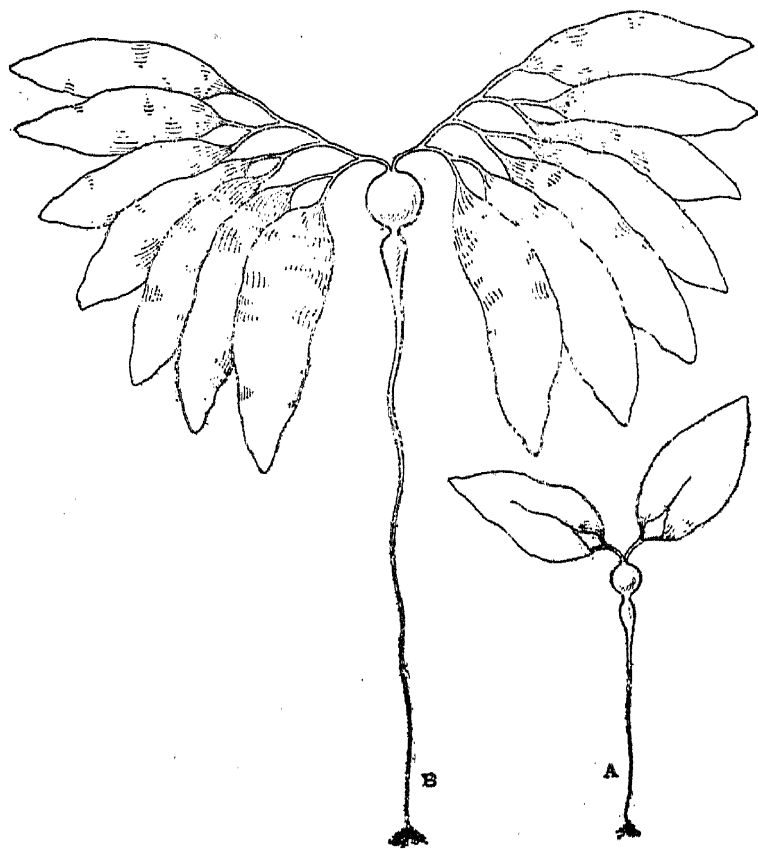
Fig. 15. — *Pelagophycus Porra* Setch.

produire des branches tertiaires, chacune se terminant par une lame énorme. L'aspect est donc celui de deux longues branches ramifiées nées sur le flotteur en un point commun (fig. 15, *B*). D'après les photographies

données par les auteurs (CAMERON, BURD), chaque individu a probablement une vingtaine de lames. Le poids des individus frais, entiers, récoltés par BURD sur la côte de Californie, variait de 7 à 32 kilos.

Le *Macrocystis pyrifera* est connu depuis bien longtemps par les récits des navigateurs et par les fragments qu'ils ont rapportés. On disait couramment que c'est la plante la plus grande et on lui attribuait une longueur de 300 à 500 mètres ; les études récentes ont montré l'exagération de cette appréciation ; néanmoins, le stipe atteint fréquemment 30 à 35 mètres de longueur totale sur les côtes des Etats-Unis ; le plus long exemplaire trouvé sur les côtes de Californie avait 47^{m},5 et beaucoup ont seulement 9 à 13 mètres. M^{me} VALENTIN, qui a fait deux voyages botaniques aux îles Malouines, où abonde le *Macrocystis*, rapporte que le plus grand exemplaire qu'elle ait vu, échoué après un violent coup de vent, mesurait 65 mètres ; l'ensemble de ses haptères ou racines figurait une sorte de corbeille de 90 centimètres de diamètre. Un jour que le bateau naviguait en eau calme et claire, profonde de 16 brasses, et que les *Macrocystis* flottaient paisiblement, elle entreprit avec le capitaine, mais indépendamment l'un de l'autre, de les mesurer par comparaison avec la longueur du bateau, et ils s'accordèrent pour évaluer leur longueur totale entre 50 et 56 mètres (A.-D. COTTON, *Cryptogams from the Falkland Islands collected by Mrs.* VALENTIN. Linnean Society's Journal, Botany, t. XLIII, Londres, 1915, p. 168).

Il forme sur les côtes exposées, où la houle est constante, de vastes bancs, longs de plusieurs milles et larges de 50 mètres à plusieurs kilomètres. Leur étendue paraît sous la dépendance directe du relief rocheux du fond, des

dépôts de pierres ou de coquilles. Déjà, on le trouve en petits îlots sur des fonds de 3 brasses, tandis que les grands bancs croissent sur des fonds de 6 à 10 brasses, et du côté
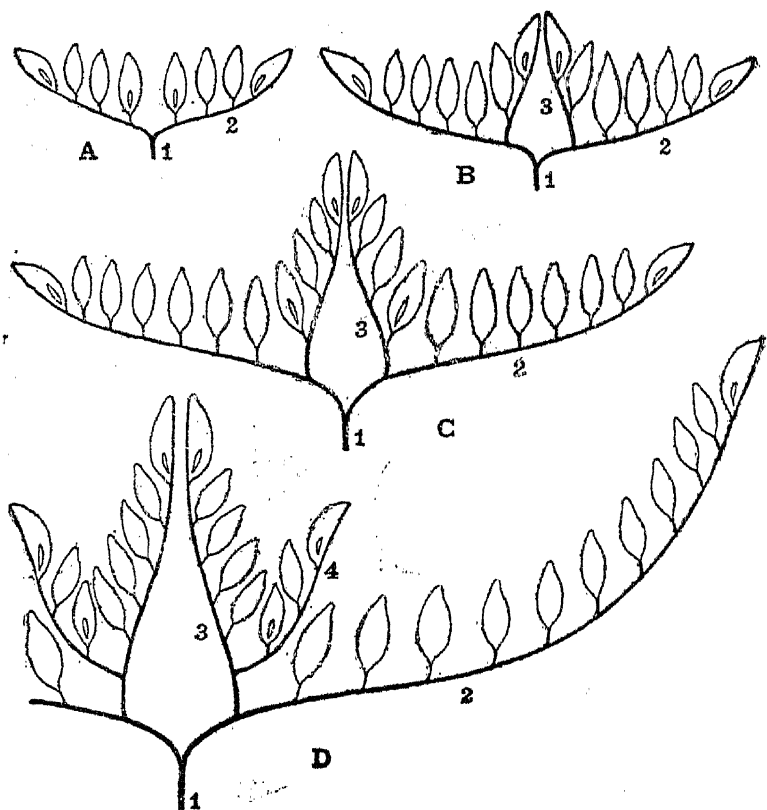
Fig. 16. — *Macrocystis pyrifera* Ag.
Schémas montrant la ramification du stipe et la fissuration des lames d'après les schémas et la description de SKOTTSBERG. 1, 2, 3, 4, stipe primaire, secondaire, etc.

du large ; là où la profondeur atteint 8 à 14 brasses, on trouve souvent des individus de *Pelagophycus*. Les bancs de *Macrocystis* sont parfois tellement denses qu'ils cons-

tituent un sérieux obstacle au passage des navires ; par le fait même, ils protègent très efficacement les côtes contre la violence des vagues. Le poids des individus entiers de *Macrocystis* récoltés par BURD sur les côtes de Californie variait, la partie fixatrice n'étant pas comptée, de 12 kilos à 135 kilos.

On ignore quelle est la durée d'un individu ; toutefois, elle dépasse certainement une année. On dit souvent paraît-il, que des stipes coupés continuent à croître, mais, d'après les observations de CRANDALL, c'est une erreur ; un stipe coupé se détruit progressivement de haut en bas (comme chez nos espèces), ce qui était évident *a priori*, puisque la croissance se fait par l'extrémité libre ; si la plante se reconstitue quand les stipes ont été coupés, et cela paraît incontestable, ce ne peut être que par de nouveaux stipes nés sur la base fixatrice, ou par la fissuration de certaines feuilles inférieures. Les sores se développant sur les lames inférieures, le fauchage ne nuira pas à la reproduction pourvu qu'il ne s'effectue pas trop profondément. SKOTTSBERG[1] a fait une étude documentée de la ramification du *Macrocystis* et les figures 16 et 17 sont composées d'après ses schémas et ses croquis.

Les tout jeunes individus sont souvent fixés sur des coquilles, ce qui facilite leur dragage ; la première lame est simple, comme chez les autres Laminaires, et ses fissures, qui affectent le stipe, le ramifient, comme chez les autres Laminaires du groupe des Lessoniées, mais, à l'inverse des *Nereocystis* et *Pelagophycus*, le stipe primaire simple

[1] C. SKOTTSBERG. — *Zur Kenntnis der subantarktischen und antarktischen Meeresalgen, I. Phæophyceen*, Wissenschaftliche Ergebnisse der schwedischen Südpolar-Expedition 1901-1903, Stockholm, 1907.

est toujours très court. Bientôt, le stipe primaire est bifurqué en deux stipes secondaires, bien plus longs que lui, qui portent chacun plusieurs lames pédicellées séparées par un entre-nœud ; la lame de l'extrémité distale, produisant de nouvelles lames par de nouvelles fissures, allonge le stipe secondaire (fig. 16, *A*). Pendant ce temps, les deux lames les plus rapprochées de l'angle de l'Y basilaire se fissurent aussi et produisent chacune un long stipe tertiaire (fig. 16, *B*) dont la lame inférieure pourra de même fournir par fissuration un stipe quaternaire (fig. 16, *C* et *D*). Chaque branche du stipe s'allonge donc par la lame de son sommet libre, et chaque nouvelle branche du stipe naît aux dépens d'une lame voisine de la base de la plante. Les stipes secondaire, tertiaire, quaternaire, atteignent ainsi approximativement la même longueur et leurs lames flottent côte à côte, le pédicelle de chacune se renflant en un pneumatocyste de forme variable dont la longueur, parfois de quelques centimètres seulement, peut atteindre 25 centimètres. Le stipe, cylindrique et plein, est étroit en comparaison de sa longueur ; son diamètre varie de 5 à 10 millimètres, aussi a-t-on comparé la plante à une liane. Les lames varient de dimensions selon leur position sur le stipe et aussi selon les variétés de *Macrocystis*, qui ont les unes des lames larges, les autres des lames étroites ; les plus grandes lames, parmi celles que Skottsberg a mesurées, avaient 120 centimètres sur 20 centimètres et leur plus grande épaisseur est de 1 millimètre. La figure 17 montre comment la fissuration d'une lame terminale allonge le stipe et fournit de nouvelles lames.

Le 4[e] « giant Kelp » assez abondant pour avoir une valeur commerciale, l'*Alaria fistulosa*, forme souvent des

bancs sur le bord intérieur de ceux que constitue le *Macrocystis*, car il aime les eaux moins profondes (5 brasses au maximum) et moins agitées. Il est construit sur le même type que l'*Alaria esculenta* européen (fig. 22), avec des dimensions plus vastes. Son stipe, relativement court et grêle, gros comme un crayon, porte un bouquet de grands sporophylles parfois très nombreux, car on en a
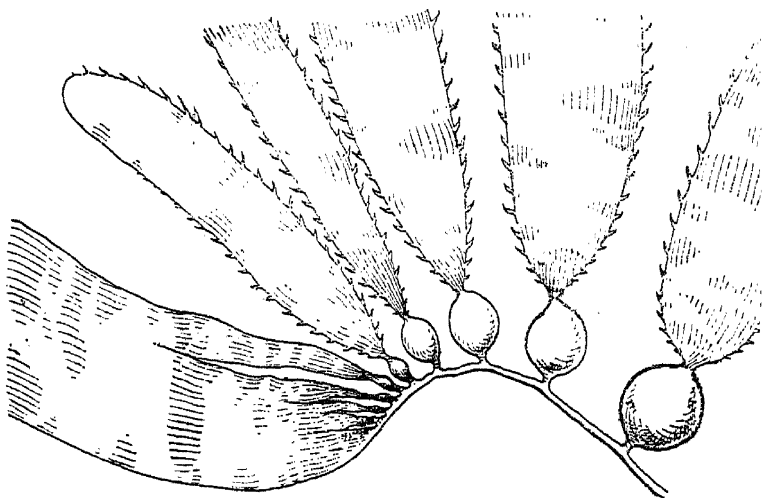
Fig. 17. — *Macrocystis pyrifera* Ag.
Dessin demi-schématique montrant l'origine des lames et l'allongement du stipe, d'après les dessins et la description de Skottsberg.

compté jusqu'à 220, dont le plus grand mesurait 65 centimètres sur 8 centimètres. Au-dessus de ce bouquet, la lame s'élargit graduellement ; en juillet et août, elle atteint en moyenne 12 mètres et jusqu'à 19 mètres de longueur ; sa largeur varie de 50 centimètres à 2m,30 ; la nervure médiane, large de 3 à 5 centimètres, creuse et coupée de diaphragmes transversaux, joue le rôle de flotteur et, dans la position naturelle de la plante, le quart en-

viron de la lame flotte à la surface de l'eau. La lame étant très mince, comme chez l'espèce européenne, le poids total de la plante est relativement faible, 3 kilos en moyenne; l'exemplaire le plus lourd, rencontré en Alaska, pesait $9^{kg},8$.

J'ai déjà fait remarquer (Cf. p. 8) l'inexactitude de cette notion trop répandue dans les livres, que les Algues brunes vivent à une profondeur où leur pigment brun permet l'assimilation du carbone aux dépens d'une lumière incomplète, privée des radiations de la gauche du spectre. Toutes ces Laminaires géantes s'insèrent profondément, il est vrai, mais leurs parties essentiellement assimilatrices viennent s'épanouir à la surface de l'eau, ou près de la surface.

Après avoir analysé la composition botanique des bancs de ces gigantesques Laminaires, les Américains ont évalué leur étendue. Ils essayèrent de l'apprécier par des mesures à l'aide de fils tendus, mais, outre des difficultés pratiques, l'évidente variation du contour selon les années rendait cette précision illusoire. L'évaluation se fit donc approximativement, au jugé.

En 1913, on a déterminé 1162 bancs sur la côte sud-est de l'Alaska et 358 sur la côte ouest, beaucoup aussi sur la côte de Californie; des tableaux donnent, dans le Mémoire de CAMERON, leur situation géographique en longitude et latitude, leur longueur, largeur, surface, densité et l'espèce de Laminaire qui les constitue. Des analyses moyennes permettront ensuite d'en apprécier la valeur chimique. CAMERON admet que la surface totale de ces gisements, exploitables commercialement parlant, est de 390 milles carrés. Or, il s'agit seulement de ceux qui avoisinent les Etats-Unis, mais le *Macro-*

cystis est tout aussi abondant sur la côte de l'Amérique du Sud.

Aux quatre espèces géantes citées plus haut, on pourrait ajouter d'autres Laminaires : *Egregia Menziesii* Aresch., *Costaria Turneri* Grev., *Dictyoneuron californicum* Rupr., *Postelsia palmæformis* Rupr., grandes aussi, mais plus dispersées. Les collaborateurs de CAMERON attachent plus d'importance à un modeste *Fucus* (*Rockweed*), le *F. furcatus* C. Ag. qui croît à profusion de Monterey (au sud de San Francisco) jusqu'à Neah Bay (entrée du détroit de Juan de Fuca), partout où la côte est rocheuse. On pourrait en récolter des quantités prodigieuses. Les vagues l'arrachent parfois et l'entraînent en dérive parmi les bancs de Kelp avec une telle abondance qu'il constitue alors un appoint important de leur exploitation.

Le mode de vie de ces « giant Kelps » permet l'usage d'appareils plus parfaits que la faucille de nos goémonniers récolteurs du goémon de fond. La profondeur à laquelle s'attachent ces Laminaires à lames flottantes permet de les atteindre facilement sous l'eau, par des appareils mécaniques, sans craindre de toucher le fond, ni de détruire les lames reproductrices de l'*Alaria* et du *Macrocystis*. Une fois coupées, elles flottent à la surface et l'on a le choix entre l'attente de leur rejet sur la côte par la marée et les courants, ou la récolte immédiate par un mécanisme approprié. Dans le premier système, une partie de la moisson est dispersée et perdue ; les Algues qui flottent pendant plusieurs jours perdent, *a priori*, une partie de leurs sels ; en outre, elles échouent à terre en se

dispersant sur une longueur variable avec la nature de la côte et leur récolte nécessitera un nouveau et coûteux travail ; il vaudrait presque autant utiliser du goémon d'échouage ordinaire. Pour être économique, la récolte doit donc suivre immédiatement la coupe, et par conséquent se faire par des moyens mécaniques.

La plupart des systèmes proposés utilisent le principe des moissonneuses employées dans les fermes. CAMERON décrit ainsi une machine qui a donné de bons résultats. A l'extrémité d'une chaloupe automobile s'étend un tablier roulant sans fin, incliné, large de plus de 3 mètres, constitué par un grossier filet de pêche, et qui descend sous l'eau à une profondeur de 1^{m},30 à une brasse. A l'extrémité submergée de ce tablier roulant est, sur toute la largeur, une faux horizontale, à chaque extrémité de laquelle est une autre faux perpendiculaire ; ces faux, mises en mouvement par le moteur, coupent les Laminaires comme elles moissonneraient un champ. La chaloupe s'avance à la vitesse moyenne de 4 milles à l'heure. Le kelp coupé est ramassé par le tablier qui le remonte, le rejette par-dessus, où il tombe sur une trémie : il y trouve une série de couteaux tournants semblables à ceux d'une faucheuse de gazon qui le coupent en morceaux longs de 1 à 2 décimètres. De là, le kelp déchiqueté est porté sur une chaloupe non pontée qui le conduit à terre, à l'usine. L'opération de ce fauchage demande en tout quatre hommes, y compris le mécanicien, et l'appareil fonctionnant à travers un banc dense, ou moyennement dense, peut fournir 25 tonnes de goémon frais en une heure. Le coût moyen est difficile à apprécier, car il dépend de la distance des bancs, des facilités d'accostage près de l'usine..., etc. ; toutefois, des Laminaires coupées

sur les bancs de Point Firmin et débarquées à San Pedro revenaient à moins d'un franc la tonne.

Cependant, l'appareil a été perfectionné. Je vois dans un dessin qui orne une réclame de la *Hercules Powder C°* de San Diego (Californie), publiée dans le *Scientific American* du 14 décembre 1918, que cette compagnie emploie un appareil de récolte plus puissant, construit sur le même principe ; il fauche une plus large étendue, car il possède trois tabliers roulants juxtaposés. Pendant les trente derniers mois de la guerre, dit la réclame, la Compagnie a récolté, pour satisfaire aux demandes de l'administration de la Guerre, 621.000 tonnes de Kelp dans le Pacifique. Et ce chiffre est faible, comparé aux possibilités totales. CAMERON estime, en effet, que le fauchage, à la profondeur d'une brasse, des 390 milles carrés de bancs de goémon géant des Etats-Unis, et en tenant compte de la possibilité de couper le *Macrocystis* au moins deux fois l'an, fournirait annuellement près de 60 millions de tonnes de goémon frais ; ce tonnage équivaudrait à plus de 2 millions de tonnes de chlorure de potassium, c'est-à-dire à près de 6 fois ce que les Etats-Unis achètent à l'étranger.

Mais la source de cette moisson gigantesque est-elle inépuisable ? S'il s'agit du *Nereocystis* ou du *Pelagophycus*, on conçoit que la profondeur à laquelle on fauche est indifférente au point de vue de la plante elle-même ; il suffit de la faucher pendant la période de reproduction ou immédiatement après. S'il s'agit de l'*Alaria*, il suffit de ménager les sporophylles situés près du sol ; il y a une distance du stipe où la lame coupée repousse ; coupée plus bas, la plante meurt, mais pendant ce temps les zoospores assurent la reproduction. Le *Macrocystis* sup-

porte au moins deux coupes par an ; cela s'explique par la naissance de nouveaux stipes primaires sur les haptères ou de nouveaux stipes ternaires, quaternaires, quinaires nés de la fissuration des lames inférieures ; cette question botanique n'est pas résolue. Le fauchage à une faible profondeur fournit donc une abondante moisson sans mettre en danger l'existence des bancs. Le gouvernement s'est néanmoins préoccupé de leur extinction possible ; depuis peu, la « California Fish and Game Commission » réglemente l'exploitation, limite la coupe à une profondeur maximum de 1^{m},80, l'arrête quand elle menace de ruiner un banc, exige qu'une partie soit épargnée pour assurer la reproduction. D'ailleurs, cette exploitation étant encore à ses débuts et dans la période de tâtonnements, le gouvernement fédéral a établi, à cet effet, une Station expérimentale à La Jolla, au nord de San Diego.

Les Américains se sont, il me semble, préoccupés surtout du côté commercial de la question : quelle est la meilleure méthode pour tirer le meilleur parti des Laminaires géantes sans compromettre l'existence des bancs. L'avenir dira si la moisson de ces grands bancs, qui s'établissent dans les endroits où la mer est souvent agitée, ne nuit pas à la côte elle-même, si les vagues, en déferlant plus violemment contre la côte, ne l'entament pas trop rapidement. Il faut aussi se préoccuper du point de vue biologique et du retentissement qu'aura, sur la population zoologique, la destruction de ses abris ; l'industrie de la pêche pourrait à la longue s'en ressentir. Le fauchage avance seulement de peu le moment où les *Nereocystis* et *Pelagophycus* iront à la dérive et échoueront sur la plage. D'autre part, l'*Alaria fistulosa* paraît difficile à détruire, car d'après RIGG (in CAMERON), on l'arrache à

Karluk River (Alaska) depuis 17 ans, pour libérer le terrain des pêcheries, sans parvenir à l'extirper. Le cas du *Macrocystis* est différent, et je crois à propos de rappeler ce que Ch. DARWIN écrivait en 1834, après avoir exploré ses gisements aux alentours de la Terre de Feu[1].

« Je crois que pendant les voyages de l'*Adventure* et du *Beagle* on n'a pas découvert un seul roc près de la surface qui ne fut indiqué par cette plante flottante. On comprend tout de suite quels services elle rend aux vaisseaux qui naviguent dans ces mers orageuses, elle en a certainement sauvé beaucoup du naufrage... quelques-unes de ces plantes réunies sont assez fortes pour supporter le poids des grosses pierres sur lesquelles elles poussent dans les canaux intérieurs, et cependant certaines de ces pierres sont si lourdes, qu'un homme ne pouvait les sortir de l'eau pour les placer dans le canot... Des couches de cette plante marine, même lorsqu'elles n'ont pas une grande largeur, forment d'excellents brise-lames flottants. Il est fort curieux de voir, dans un port exposé à l'action des vagues, avec quelle rapidité les grosses lames venant du large diminuent de hauteur et se transforment en eau tranquille dès qu'elles traversent ces îles flottantes.

« Le nombre des créatures vivantes de tous les ordres, dont l'existence est intimement liée à celle de ces Algues, est véritablement étonnant. On pourrait remplir un fort gros volume rien qu'en faisant la description des habitants de ces bancs de plantes marines. Presque toutes les

[1] Ch. DARWIN. — *Voyage d'un naturaliste autour du monde*, trad. Ed. BARBIER, 2e édition, Paris, 1883, p. 257.

feuilles, sauf celles qui flottent à la surface, sont couvertes d'un si grand nombre de zoophytes qu'elles en deviennent blanches. On trouve là des formations extrêmement délicates, les unes habitées par de simples polypes ressemblant à l'Hydre, d'autres par des espèces mieux organisées ou par de magnifiques Ascidies composées. On trouve aussi, attachés à ces feuilles, différents coquillages patelliformes, des Troques, des Mollusques nus et quelques bivalves. D'innombrables Crustacés fréquentent chaque partie de la plante. Si on secoue les grandes racines entremêlées de ces Algues, on en voit tomber une quantité de petits poissons, de coquillages, de seiches, de crabes de tous genres, d'œufs de mer, d'étoiles de mer, de magnifiques Holothuries, des Planaires et des animaux affectant mille formes diverses. Chaque fois que j'ai examiné une branche de cette plante, je n'ai pas manqué de découvrir de nouveaux animaux aux formes les plus curieuses... Je ne peux comparer ces grandes forêts aquatiques de l'hémisphère méridional qu'aux forêts terrestres des régions intertropicales. Je ne crois pas cependant que la destruction d'une forêt, dans un pays quelconque, entraînerait, à beaucoup près, la mort d'autant d'espèces d'animaux que la disparition du *Macrocystis*. Au milieu des feuilles de cette plante vivent de nombreuses espèces de poissons, qui, nulle part ailleurs, ne pourraient trouver un abri et des aliments ; si ces poissons venaient à disparaître, les cormorans et les autres oiseaux pêcheurs, les loutres, les phoques, les marsouins périraient bientôt aussi ; et, enfin, le sauvage Fuégien, le misérable maître de ce misérable pays, redoublerait ses festins de cannibale, décroîtrait en nombre et cesserait peut-être d'exister. »

Sans aller jusqu'à craindre que les riverains des Etats de la côte du Pacifique mangent leurs semblables à l'instar des anciens Fuégiens, on peut se demander si les pêcheurs de la côte ne souffriront pas de la moisson des bancs de Laminaires géantes. CAMERON nous dit toutefois (*Fertilizer resources*. p. 45) que l'*United States Fish Commission* consultée n'avait aucune crainte à ce sujet, les bancs n'abritant point d'animaux importants pour l'alimentation des poissons.

Si cela devenait utile, des exploitations goémonnières pourraient se fonder également sur la côte Pacifique de l'Amérique du sud et aux environs du Cap Horn. Le *Nereocystis* et le *Pelagophycus* n'y vivent pas, mais le *Macrocystis* y abonde ; on trouve en outre d'autres Algues de grande taille, comme cette curieuse Fucacée, *Durvillea utilis* Bory, rencontrée par DUMONT D'URVILLE aux îles Malouines[1] et dont il dit : « D'un disque épais et aplati, naissent plusieurs tiges comprimées larges de 21 à 40 centimètres et qui atteignent jusqu'à 11 et 15 mètres de longueur... ces tiges se divisent en un grand nombre de ramifications très étroites, allongées, lisses-comprimées et semblables à autant de courroies... ». Ou comme cette Laminaire à gros stipe ramifié, le *Lessonia flavicans*, dont DUMONT D'URVILLE dit : « Son tronc cylindrique, demi-ligneux et souvent de l'épaisseur de la cuisse, se divise bientôt en rameaux plusieurs fois dichotomes, comprimés

[1] J. DUMONT D'URVILLE. — *Flore des Malouines*, Mémoires de la Société linnéenne de Paris, t. IV, 2e Partie, 1826. — BORY écrivait le nom de cette plante *Durvillæa* ; HARIOT identifie l'espèce de BORY avec le *Fucus antarcticus* Chamisso ; on doit donc écrire *Durvillea antarctica* (Cham.) Hariot.

et toujours terminés par une fronde lancéolée, ondulée, lisse et obscurément dentée. Sa longueur dépassse rarement 8 à 10 mètres... Jeté par la tempête sur la côte, ce *Fucus* y élève souvent une chaussée de 9 à 12 décimètres. Si on a l'imprudence de s'y engager, on court le risque d'y enfoncer jusqu'à la cheville du pied, et il s'en exhale une odeur insupportable et méphitique que je ne puis mieux comparer qu'à celle des choux en décomposition. »

Le témoignage de Mme VALENTIN (in COTTON, *loc. cit.* p. 141) appuie celui de DUMONT D'URVILLE ; elle a vu, aux îles Malouines, des amas haut de 6 pieds, larges de 10 à 15 mètres et dépassant 100 mètres de longueur composés de *Durvillea*, *Macrocystis*, *Lessonia*. Lorsque la violence des vagues a brisé ces Algues, les a mises en lambeaux, elles exsudent une substance mucilagineuse si abondante que les vagues s'aplanissent comme dans le cas du filage de l'huile.

Certaines personnes, qui prévoient pour le goémon de fond des côtes de France un vaste débouché commercial, ayant appris que les Laminaires se récoltent mécaniquement aux Etats-Unis, prévoient aussi qu'on devra les moissonner chez nous. Il est possible et même vraisemblable que, si le besoin s'en fait sentir, nos constructeurs sauront inventer des appareils à cet effet. Mais le principe de ces instruments sera sans doute différent de la moissonneuse américaine dont nous avons parlé, car les conditions sont tout autres et ne sont pas à notre avantage. Ou plutôt, les Américains ont sur leurs côtes des Laminaires semblables aux nôtres, mais ils ne les exploitent pas ; la main d'œuvre coûterait trop cher. La faux de là

moissonneuse du goémon géant traverse horizontalement les bancs, parce que son constructeur n'a pas à tenir compte du relief du fond, qui se trouve toujours à une distance notable, souvent quelques mètres, même à basse mer, et les parties coupées flottent à la surface. Nos Laminaires sont bien plus courtes; une faux mécanique, coupant un banc horizontalement sur nos côtes de Bretagne, rencontrerait bientôt quelque rocher sur son passage. Cette difficulté supposée évitée, ce serait une erreur de croire que si les *L. flexicaulis* et *L. saccharina* atteignent quelques mètres de longueur, elles se tiennent dressées dans l'eau, dans la position où les livres les représentent, le stipe et la lame étalés dans un même plan ; dans une eau tranquille, le stipe est dressé, mais la lame du *L. saccharina* s'étend presque parallèlement au sol, et celle des Laminaires digitées se recourbe vers le bas, un peu à la manière d'un parapluie. Une faux qui s'avancerait horizontalement à travers un banc de Laminaires digitées séparerait donc beaucoup de lanières de la lame, et toute partie séparée, dans une eau tranquille, tombe au fond ; la majeure partie de la moisson serait perdue. En outre, si le stipe est coupé, c'est une erreur de croire avec Gloess qu'il repousse ; il ne repousse chez aucune espèce de nos côtes. Enfin, une coupe intensive des bancs profonds, formés surtout de *L. Cloustonii*, ne tarderait pas à les détruire, car cette espèce n'atteint qu'après plusieurs années une taille valant la peine d'être exploitée. L'arrachage mécanique serait encore plus désastreux. Les deux procédés mécaniques, fauchage ou arrachage, s'ils étaient proposés, devraient être formellement interdits. C'est aussi, nous l'avons vu, l'opinion d'Yves Delage.

CHAPITRE II

UTILISATION AGRICOLE DU GOÉMON

SOMMAIRE. — I. Diverses sortes de goémon épave ; le goémon de Belfast. — Avantages de l'emploi agricole du goémon ; culture des pommes de terre. — Son emploi en diverses régions (Roscoff, Ré, Noirmoutiers, Irlande, Canada, etc). — Expériences de HENDRICK en Écosse. — La culture de l'orge à l'île de Ré. — Le goût de terroir des vins. — Emploi du goémon vert, du goémon sec et à l'état de cendres.

II. La valeur chimique des Laminaires géantes moissonnées dans le Pacifique. — Leur séchage et les efflorescences. — Les Américains emploient directement le goémon géant comme engrais. — Rapidité de la nitrification dans le sol.

III. Maërl et Tangue.

Le goémon épave est utilisé comme engrais, depuis un temps immémorial, sur les côtes de l'Océan, aussi bien en Europe qu'en Amérique. Qu'une tempête survienne et arrache les Algues à leur support ou que des courants amènent sur la grève un goémon abondant, les riverains quittent leur travail et accourent pour en charger des civières, des ânes ou des charrettes ; ils le transportent sur la côte, assez haut pour qu'il soit à l'abri des vagues. On se hâte à cause de la concurrence, chacun cherchant à s'emparer des amas de prise facile et aussi parce que la mer pourrait le reprendre à la montée suivante ; elle le rejetterait de nouveau, il est vrai, mais plus battu et plus

déchiqueté ; or, plus le goémon épave aura séjourné longtemps dans l'eau, plus il sera éloigné de son état normal et moins il aura conservé des sels qui lui donnent sa principale valeur.

Sur certaines côtes plates et rocheuses, comme à l'île de Ré (côte W. et S.-W. dite côte sauvage), les marées d'équinoxe déposent généralement sur la grève, à un niveau élevé, une sorte de cordon littoral formé d'Algues accumulées, haut d'un mètre, large de quelques mètres et long de plusieurs kilomètres, que les vents recouvrent parfois d'une épaisse couche de sable ; le goémon s'y décompose lentement à l'abri de l'air et les riverains y trouvent, à la saison suivante, un fumier tout préparé grâce auquel ils obtiennent de magnifiques récoltes. D'après Isid. Pierre (*loc. cit.*) on a même exploité sur certains points de la côte de la Manche « des amas véritablement immenses de varech enfouis sous le sable depuis un temps immémorial et dont l'existence n'est révélée que par hasard. C'est ainsi qu'on a trouvé, il y a une dizaine d'années[1], dans le Finistère, dans une anse assez vaste de la commune de Kérouan, dans la baie de Teven, un gisement considérable de ce goémon fossile qui a dû se former par l'accumulation successive de fucus qui ont été ensuite recouverts de sable. »

La nature du goémon rejeté dépend évidemment de la végétation côtière et de la profondeur à laquelle les vagues font sentir leur action. En Bretagne, où les Laminaires abondent, elles en constituent la majeure partie, hiver comme été ; à l'île de Ré, particulièrement dans la région de la pointe des Baleines, où la côte descend en

[1] Probablement vers 1860.

pente douce et se couvre de *Fucus serratus* sur de vastes étendues, celui-ci est arraché et rejeté en abondance, mélangé aux Laminaires. Dans le fond du golfe de Gascogne, de Bayonne à la Bidassoa, où les *Fucus* sont moins communs et où la seule Laminaire est le *Saccorhiza bulbosa*, qui d'ailleurs perd ses parties dressées en automne, la composition du goémon épave est plus saisonnière ; il est peu abondant en hiver, à moins d'être apporté par les courants ; les *Cystoseira* et le *Sacc. bulbosa* dominent dans sa composition pendant la belle saison. Néanmoins, un certain jour d'août, alors que les *Cystoseira* et *Sacc. bulbosa* abondaient sur les rochers littoraux, j'ai vu une énorme accumulation de goémon déposé sans interruption de Biarritz jusqu'à Guéthary, que les paysans s'empressèrent de prendre pour le porter sur leurs champs ; les grandes Algues brunes littorales y étaient rares, tandis que dominait une Algue rouge de taille moyenne, le *Calliblepharis ciliata* ; or celui-ci est très rare sur les rochers littoraux de la région, où il ne trouve ni les anfractuosités ni les grottes qui lui conviendraient, mais il couvre les rochers toujours submergés ; le mauvais temps s'était donc manifesté surtout par des vagues de fond qui avaient atteint surtout la végétation sublittorale. Au pays basque, la récolte du goémon épave, au lieu d'être habituelle et régulière comme en Bretagne et aux îles d'Oléron, de Ré, ou de Noirmoutiers, est une sorte de casuel pour les riverains.

A en juger par ce que j'ai vu, voici plus de vingt ans, sur certains points de la côte des Asturies, le goémon épave y est aussi rare que recherché ; c'était aux mois de septembre et d'octobre (à Rivadesella, Llanes, Rivadeo) ; de nombreux paysans, hommes et femmes, entrés dans

l'eau jusqu'au-dessus des genoux et armés de rateaux longuement emmanchés, disputaient aux vagues de rares Algues flottantes qu'ils ramenaient en arrière pour en faire des tas bien modestes en comparaison des énormes meules bretonnes. En d'autres points cependant, où la côte descend en pente douce dans la mer (San Vicente de la Barquera, Gijon), le goémon est parfois rejeté en abondance (*Note préliminaire*, etc., 1897).

Certaines sortes de goémon d'échouage reviennent chaque année pour ainsi dire à date fixe. Le *Laminaria Cloustonii* en fournit l'un des meilleurs exemples. Sa croissance s'effectue, comme chez les autres Laminaires, par un méristème situé au point d'union du stipe et de la lame, mais qui agit ici avec une intensité particulière à la fin de l'automne et produit une nouvelle lame au-dessous de l'ancienne ; celle-ci se détache tout d'une pièce à la fin de l'hiver ou au début du printemps; autrement dit, le stipe est vivace et la lame est annuelle; DESPRÉAUX a bien étudié ce phénomène en 1824 [1]. La figure 11 montre un de ces individus peu de temps avant que tombe la vieille lame. Ces lames détachées sont les *mantelets* des Normands, le *goémon rouge* ou *goémon d'avril* des Bretons, le *may-weed* des Anglais. Le *L. Cloustonii* constituant sur certains fonds de la Manche de vastes forêts très denses, le flot apporte par milliers les mantelets sur la grève où les riverains les recueillent avec empressement; ce sont de mauvais flotteurs que les courants ne transportent pas au loin.

Le cas de l'*Himanthalia Lorea* est tout autre. Cette

[1] C. SAUVAGEAU. — *Recherches sur les Laminaires des côtes de France*, Mémoires de l'Académie des Sciences, t. LVI, Paris, 1918.

Fucacée, souvent appelée *lacet*, croît immédiatement au-dessus du niveau des Laminaires ; elle est remarquable par son tout petit appareil végétatif fixé aux rochers, large de quelques centimètres à peine, qui porte un appareil reproducteur, ou réceptacle, en cordons plats, jaunâtres, ramifiés, dont la longueur atteint souvent quelques mètres dans la Manche (fig. 18). L'*Himanthalia* vit toujours à une profondeur plus grande que la hauteur des réceptacles dressés dans l'eau, mais, à basse mer, ces derniers s'étalent sur les rochers où ils rendent la marche difficile. La plante vit, en tout, probablement un peu plus d'une année et la fertilité du réceptacle dure plusieurs mois ; pendant ce temps, l'appareil végétatif perd sa régularité et sa turgescence ; des vagues, auxquelles il aurait résisté quelques mois plus tôt, l'emportent soutenu par les cavités aérifères du réceptacle. Plus il est âgé, plus il se détache facilement. On trouve toute l'année des individus âgés, mais l'automne est particulièrement l'époque de la maturité. A Roscoff, où on l'appelle *Filitt*, on prévient sa transformation en goémon épave ; le maire en autorise l'arrachage pendant quelques jours, vers l'époque de l'équinoxe d'automne ; les cultivateurs arrivent avec leurs charrettes, ils le nouent souvent en gerbes, en chargent leur attelage, et le répandent, dès qu'il est égoutté, sur la terre des champs d'artichauts ; la quantité d'*Himanthalia* ainsi extraite et transportée est énorme.

Cette plante flotte si bien que les courants la conduisent parfois à de grandes distances. Ainsi, on en chercherait vainement en place depuis l'embouchure de la Gironde jusqu'à Saint-Sébastien ; néanmoins, le flot en dépose toute l'année çà et là quelques individus en parfait
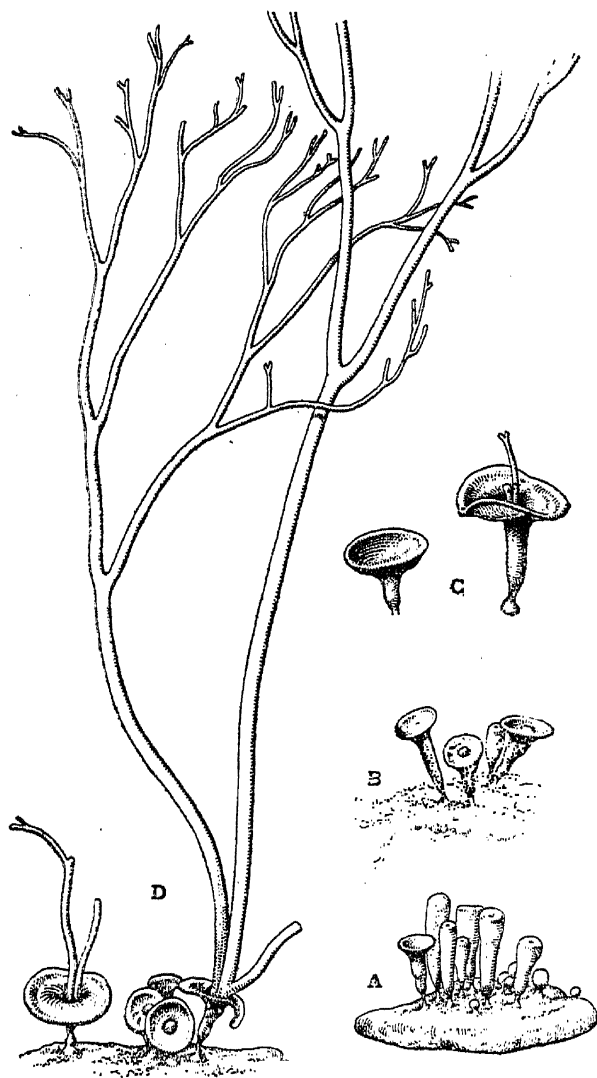
Fig. 18. — *Himanthalia Lorea* Lyngb.
Etats successifs du développement, d'après des individus récoltés à Roscoff en février. — A, B, C, 1/3 gr. natnr.; D, 1/4 gr. natur.

état de reproduction malgré leur origine lointaine[1]. J'en ai vus plusieurs fois, en hiver, après des mauvais temps, déposés en un cordon continu haut et épais sur toute la longueur de la grande plage de Biarritz et dans le port de Guéthary.

La figure 18 montre le développement de l'*Himanthalia* tel qu'on l'observe à toute époque de l'année et surtout en hiver. La jeune plante provenant de la germination d'un œuf forme d'abord, sur les rochers ou sur d'autres Algues, de petits globules pleins, de teinte olivacée ; puis le globule s'allonge et devient cylindrique à base fixatrice rétrécie (fig. 18, *A*) ; c'est le pédicelle de la future plante ; bientôt, le sommet s'aplatit, se creuse légèrement en son centre, puis s'étale en forme de lame circulaire concave (fig. 18, *A*, *B*) qui s'élargit graduellement sans dépasser quelques centimètres de diamètre ; l'appareil végétatif de l'*Himanthalia* est dès lors constitué. Bientôt, une ou plusieurs pustules apparaissent au centre du creux du chapeau, s'allongent très rapidement, s'aplatissent en s'élargissant, et deviendront l'appareil reproducteur plusieurs centaines de fois plus volumineux que la plante végétative. Sur les individus de la figure 18, *D*, la partie végétative a acquis sa taille définitive, tandis que la partie reproductrice, jeune encore, était déjà si longue que le dessin n'en représente qu'une partie. Cet appareil reproducteur correspond morphologiquement à la partie renflée qui termine les frondes des *Fucus* en fructification (fig. 1, 2, 3) et à chacun des réceptacles latéraux de

[1] C. Sauvageau. — *Sur la dissémination et la naturalisation de quelques Algues marines*, Bulletin de l'Institut océanographique, N° 342, Monaco, 1918.

l'*Ascophyllum* (fig. 6, 7) ; les individus sont unisexués. Les conceptacles, plus espacés que chez les *Fucus* et les *Ascophyllum*, sont néanmoins en nombre considérable et, chacun conservant sa faculté reproductrice pendant quelques mois, un individu déverse dans la mer des myriades d'anthérozoïdes ou d'oosphères[1].

Dans certaines anses vaseuses, des Algues vertes constituent presque à elles seules le goémon épave. C'est ce qui arrive en particulier dans la baie de Belfast, étroite, longue et peu profonde, qui a récemment fait l'objet d'une étude détaillée[2].

Tandis que l'entrée de la baie est rocheuse et couverte d'Algues variées, le fond est vaseux ; un long chenal dragué y conduit les eaux d'égout à quelques milles de la ville. Le fond vaseux assèche à basse mer longtemps et sur une vaste étendue ; il était autrefois couvert de *Zostera marina*, mais, la pollution des eaux augmentant, celui-ci a disparu et l'*Ulva latissima* (*U. Lactuca* var. *latissima*) l'y a remplacé, atteint une grande taille et est prodigieusement abondant. D'autres Algues vertes lui sont mélangées, en moindre quantité : divers *Monostroma*, *Enteromorpha*, *Cladophora* que COTTON a étudiés.

[1] J'ai signalé le fait (*A propos des* Cystoseira, *etc.*, 1912) que l'on rencontre parfois des individus à réceptacles plus étroits et de section arrondie qui sont entièrement stériles.

[2] *Nuisances due to excessive growths of Green Sea-weeds in Sewage Polluted Estuaries, with special reference to Belfast Lough.* Royal Commission on Sewage Disposal ; Seventh Report, vol. II, Londres, 1911. Appendices par LETTS et RICHARDS, A.-D. COTTON, ... etc. Je dois la possession de cet important Mémoire à l'obligeance du *Board of Agriculture and Fisheries.*

Une série d'expériences et d'analyses ont montré à LETTS et RICHARDS que l'*U. latissima* possède une extraordinaire puissance d'absorption de l'ammoniaque et des nitrates dissous dans l'eau ambiante, et que la proportion d'azote qu'il renferme correspond au degré de pollution de l'eau ; ceci explique son abondance dans ces eaux qu'il purifie. Son rôle reste éminemment favorable aussi longtemps qu'il continue à croître et qu'il reste attaché au substratum. Toute l'année, des individus se détachent pas l'action des vagues, le flot les emporte, les dépose pour les reprendre, mais, à la fin de l'été et en automne, un nombre considérable d'*U. latissima* se détache et est entraîné par le courant. Une partie se dépose dans les dépressions de ce sol vaseux, change de place à chaque marée. Une autre, la plus importante, est rejetée sur les bords et s'y accumule ; après une tempête, on a vu ces *Ulva* amassés constituer, en une seule journée, des cordons hauts de 2 pieds sur 2 à 3 milles de longueur ; ils entrent bientôt en putréfaction, particulièrement lorsque la température est élevée, et répandent une odeur pestilentielle ; l'hydrogène sulfuré s'exhale parfois en telle abondance que la peinture blanche des bateaux et des maisons noircit en une journée ; du papier trempé dans une solution d'acétate de plomb, approché d'un de ces dépôts d'Algues, noircit en quelques minutes [1]. Les riverains n'ont pas manqué de s'en plaindre aux autorités, d'où les études entreprises sous les auspices du *Board of Agriculture and Fisheries*.

[1] LETTS a étudié en détail cette fermentation des *Ulva* ; les composés sulfurés sont dus probablement à la décomposition des sulfates de l'eau de mer et non aux albuminoïdes de l'Algue.

Non seulement l'*Ulva* des eaux polluées croît avec plus d'exubérance, il est aussi plus riche en azote. Ainsi, des frondes récoltées sur la côte ouverte du comté de Dorset en renferment 1,3 % (par rapport à la matière séche) et celles du fond de la baie de Belfast en renferment 4,75 %. L'*Ulva* constitue alors un engrais riche que recherchent les riverains. LETTS et RICHARDS proposent de le sécher à l'air après un rinçage dans l'eau douce, opération que facilite la minceur de la plante ; comprimé ensuite en ballots, à la presse hydraulique, il serait aisément pulvérisé et vendu en poudre comme engrais. Par la distillation dans des cornues à gaz, on obtiendrait aussi de notables quantités de sulfate d'ammoniaque.

L'emploi du goémon comme engrais présente de grands avantages. A l'inverse du fumier de ferme, il n'apporte avec lui ni graines de mauvaises herbes, ni champignons producteurs de maladies, ni larves d'insectes nuisibles ; les champs sont donc plus propres et les récoltes plus saines [1]. En outre, étant très hygroscopique, il absorbe l'humidité, la conserve longtemps et épargne les arrosages ; ses changements de forme sous l'influence des variations hygrométriques, aussi longtemps qu'il n'est pas entièrement décomposé, ameublissent la terre ; on lui a

[1] DE LA PYLAIE (*Flore de Terre-Neuve et des îles Saint-Pierre et Miclon*, Paris, 1829) dit qu'à l'île d'Ouessant on récolte les Laminaires pour les répandre sur les champs, mais on évite de prendre le *Saccorhiza bulbosa*, car « on a le singulier préjugé de croire qu'il fait croître beaucoup de chardons dans les champs », ce que DE LA PYLAIE attribue à l'extraordinaire fécondité que cette Algue fournirait au sol. Le même préjugé persiste, parait-il, et le *S. bulbosa* n'est pas utilisé à Ouessant.

reproché d'introduire dans le sol du chlore et du sodium, nous verrons plus loin ce qu'il faut en penser. A Roscoff, où les agriculteurs se livrent à une culture intensive extrêmement prospère et où la terre ne se repose jamais, on enfouit le goémon une fois par an seulement, mais en très grande quantité; toutefois, son action bienfaisante dure peu et la mise en terre doit être répétée chaque année ; sa décomposition dans le sol est donc plus rapide que celle du fumier de ferme[1].

Malgré la rapidité avec laquelle se décompose le goémon frais ou *goémon vert*, comme on l'appelle (qu'il soit de rive ou d'échouage), on préfère généralement le laisser fermenter quelque temps avant de l'employer. D'ailleurs,

[1] C'est ce que l'on m'a dit à Roscoff, et c'est aussi ce qu'admettent tous les fermiers du Rhode Island (Etats-Unis) interrogés par Wheeler et Hartwell ; la première récolte est très favorisée par l'enfouissement du goémon dont l'effet utile ne se fait pas sentir sur les récoltes suivantes. (H.-J. Wheeler et B.-L. Hartwell. *Sea-Weeds. — Their agricultural value and the chemical composition of certain species*, Rhode Island Agricultural Experiment Station, Bulletin 21, 1893).

A mentionner cette curieuse idée, émise par Isid. Pierre (art. *Varech*, *loc. cit.*) qui était un chimiste estimé :

« On a souvent répété que le varech favorisait la belle venue des plantes à soude et à potasse, comme la pomme de terre et le navet, et l'on en cherchait la cause dans les matières salines que renferme cet engrais. En admettant comme vrai le fait de cette grande efficacité des varechs, qui est d'ailleurs incontestable, je ne sais s'il faut attribuer quelque importance à l'explication parce que les plantes marines, à raison de leur proximité de la mer, sont habituellement aussi à portée de recevoir par les pluies, par les brouillards, etc., une proportion de ces matières salines bien supérieure à celle qui est nécessaire pour subvenir à l'alimentation des récoltes qu'on leur fait produire ».

m'a dit M. François Cabioc'h, l'un des maraîchers les plus entendus de Roscoff, le goémon frais, excellent pour les pommes de terre, ne convient pas aux oignons, à cause du sel marin qu'il apporte avec lui; les oignons sont donc semés ou plantés sur un terrain dont le goémon d'engrais est en partie décomposé. Bien que les pommes de terre soient la culture qui profite le mieux du goémon, ce qui se conçoit à cause de leur exigence en potasse, certains cultivateurs roscovites ajoutent, près de chaque tubercule semé, un peu d'engrais chimique dont on n'a pas su me donner la composition, mais où entre probablement du superphosphate. Les choux-fleurs qui, avec les pommes de terre, les oignons, les artichauts et les panais font la fortune du pays, croissent mieux lorsque du fumier de ferme est ajouté au goémon. Enfin, l'excellente réputation des produits du sol de Roscoff m'évite d'ajouter que l'emploi du goémon ne donne de goût particulier à aucun d'eux. Je n'ai pas de renseignements sur le trèfle, que les roscovites cultivent en quantité à peine suffisante pour les besoins de leur exploitation, mais les fermiers du Rhode Island et de Grande-Bretagne le considèrent comme l'une des cultures qui en profite le mieux.

Sur ma demande, M. F. Cabioc'h a bien voulu faire l'expérience suivante : Au début de 1919, et peu avant d'y semer des pommes de terre, du superphosphate, mis gracieusement à notre disposition par la *Compagnie bordelaise de produits chimiques*, grand fabricant de cet engrais, fut répandu à raison de 500 kilos à l'hectare (comme dans l'expérience d'Hendrick) sur un carré de terrain qui venait de recevoir le goémon. On donna une façon pour enfouir le superphosphate vers la profondeur

où le semis devait être fait. Dans ce carré, la partie aérienne de la plante fut plus vigoureuse, les feuilles furent plus vertes, les tubercules furent plus gros et leur récolte dépassa d'un tiers environ celle des carrés témoins où l'on avait enfoui seulement du goémon.

On ne semble pas, à Roscoff, faire de différence entre le goémon de rive (on coupe de préférence le *Fucus serratus*) et le goémon épave ; on estime qu'ils se valent comme engrais. Quand on n'en a pas l'emploi immédiat on le dispose en meules, semblables à des meules de foin, sans le mélanger à autre chose ; on conserve le goémon à part et le fumier de ferme à part.

D'après M. Brin (*in litt.*), bien que le *Fucus* coupé à l'île de Ré soit surtout le *F. vesiculosus*, le goémon de coupe est toujours préféré au goémon d'échouage ; celui-ci renferme cependant une très forte proportion de *Fucus serratus* et de Laminaires, mais, comme on ne peut l'enlever assez rapidement, le lessivage par les marées lui fait perdre une partie de sa valeur. Le goémon d'échouage est transporté à l'état frais, en octobre et novembre, sur les « bosses » des marais salants, avant le semis de l'orge ; on donne une façon et, plus tard, on répand encore une couche de *Fucus* sur les semis. L'effet produit est parfait, car les champs d'orge sont magnifiques ; bien que ces champs occupent toujours les mêmes bosses des marais salants, que les habitants de l'île les conservent de père en fils depuis maintes générations sans jamais en alterner la culture, l'orge de Ré (escourgeon d'hiver) est très apprécié et recherché par l'industrie de la brasserie. Au cours de l'année, quand le goémon épave est mis en réserve, on le mélange toujours par couches alternatives avec le fumier de ferme. Quant au goémon de coupe, on le mélange

encore avec plus de soin que celui d'échouage et tandis qu'il est frais, à peine égoutté. Voici comment F. BRIN (*loc. cit.*, p. 303) décrit l'opération : « Le varech de coupe est mis en tas par couches régulières alternant avec un lit de fumier frais de cheval ou d'étables ; les couches inférieure et supérieure étant toujours formées par le varech. La première, très épaisse, recouvrant le sol, s'oppose par le feutrage qu'elle forme, à la perte des liquides nutritifs qui pourraient filer dans le sol. La seconde sert d'abri à la dernière couche de fumier en s'opposant à sa dessiccation sous l'influence des rayons du soleil et des grands vents salés ». « Le tas, terminé vers la fin de mai, devra rester comme cela jusqu'à fin novembre. C'est à ce moment qu'on l'utilise à Ré pour les champs de céréales et les vignes. Chaque tas est coupé par tranches et enlevé par cubes plus ou moins réguliers, mais toujours très noirs, formant un tout presque homogène, et si le tas a été bien dressé, on voit couler, sur le côté de ces blocs humifères, une sorte de suc noirâtre qui est une excellente pâte liante pour les terres légères ». L'auteur, qui est un agronome expérimenté, m'assure ne pas connaître d'engrais meilleur que ce mélange. Il ajoute dans son article : « Suivant que la fumure s'appliquera aux terres légères de groie ou aux terres fortes argileuses ou argilocalcaires, il faudra, dans le premier cas, prendre comme fumure complémentaire les superphosphates et, dans le second, les scories de déphosphoration dont les prix sont relativement peu élevés »[1].

[1] On lit dans l'*Encyclopédie* (*loc. cit.*) à l'article *varech* publié en 1778 : « Les laboureurs emploient le goémon de différentes manières ; les uns le répandent sur les terres lorsqu'ils l'ont recueilli à la côte ou qu'il a été nouvellement coupé ; mais la plupart en font des

Outre l'orge et la vigne, les principales cultures de Ré sont les tomates, les asperges, les pommes de terre et aussi la luzerne. Depuis quelques années, la qualité de pommes de terre cultivée comme primeur (variété de Jersey) prend beaucoup d'extension ; en certains cas, on en fait même deux récoltes par an, l'une en juin, l'autre en octobre, l'une des récoltes suffisant à payer l'ensemble des frais de culture. J'ai été surpris, en circulant dans l'île, de l'infini morcellement de la propriété ; grâce à l'abondance du goémon, tous ces champs minuscules sont bien cultivés, rapportent, et l'aisance règne partout. On compte dans l'île 13000 à 14000 habitants pour une surface d'environ 8000 hectares, dont 1200 à 1500 sont occupés par les marais salants.

D'après l'agronome Hervé-Mangon qui a visité l'île de Noirmoutiers (Vendée) en 1859, le goémon y était alors employé à l'exclusion de tout autre engrais [1]. On l'em-

fumiers qu'ils nomment *mains*, qu'ils composent de goémon, des fumiers de bestiaux et de terres franches qu'ils laissent consommer ensemble, et qu'ils répandent ensuite sur leurs terres ; un laboureur est estimé d'autant plus à son aise, qu'il a nombre ou quantité de ces mains ».

[1] Hervé-Mangon. — *Du goémon dans la culture des polders*, Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. XLIX, Paris, 1859.

« Le bétail assez peu nombreux dans l'île, est presque toujours renfermé. Le fumier qu'il produit et ses déjections, soigneusement recueillis dans les étables, dans les cours, et jusque sur les chemins, pétris ensemble, servent à façonner des espèces de galettes, semblables à de grandes bouses de vache, que l'on fait sécher au soleil et à l'air Ces galettes forment pour l'hiver un combustible grossier. La cendre entassée près de la chaumière est achetée par les cultivateurs du Bocage vendéen qui apportent en échange du bois de chauffage et des fagots. Ce commerce singulier est mis en pratique de temps immémorial dans l'île de Noirmoutiers. »

ploie dit-il, à la même dose qu'il y a un siècle ; d'anciens documents en prescrivent aux tenanciers de certaines terres le transport d'un nombre de charges d'âne précisément égal à celui que l'on met aujourd'hui dans les mêmes parcelles. Les habitants considéraient le *Rytiphlæa pinastroides*, qui y est malheureusement assez rare, dit l'auteur, comme l'engrais le plus puissant de la côte et ils le recueillent avec le plus grand soin. S'il n'y a pas erreur de détermination, la plante étant petite, son usage doit être assez limité si elle est rare. Je mentionne à l'occasion que le *Rytiphlæa*, aujourd'hui appelé *Halopithys*, est au contraire abondant sur la côte basque. D'après les frères Crouan (*Florule du Finistère*, Brest, 1867), on drague le *R. pinastroides* dans la rade de Brest « en quantité considérable pour engrais ; c'est le *goémon rouge* des cultivateurs ».

D'après A.-D. Cotton [1] qui a récemment étudié la flore marine d'une partie de la côte ouest de l'Irlande, le goémon joue dans ce pays un rôle agricole considérable. Lorsque le goémon épave est constamment assez abondant, on l'utilise exclusivement. Sur les autres points de la côte, les *Fucus vesiculosus* et *Ascophyllum nodosum* (*Black Wrack*) sont coupés en février et mars ; ils sont même cultivés pour la coupe (Voy. plus loin, chap. VI) dans les zones sableuses où ils manquent naturellement. A Clare Island, les Laminaires rejetées abondent ; on les choisit quand on le peut, en négligeant les autres espèces. Partout, la terre reçoit toujours une

[1] A.-D. Cotton. — *Clare Island Survey*, part 15. *Marine Algæ*, Proceedings of the royal Irish Academy, t. XXXI, Dublin, 1912.

bonne façon avec du goémon avant la plantation des pommes de terre, et parfois si peu de temps avant, que les semences sont pour ainsi dire placées dans une couche de goémon frais. Après la coupe des avoines, on répand aussi une couche de goémon sur les chaumes ; on en met aussi sur les prairies et au mois de mai, dit COTTON, les lames rougeâtres du *L.Cloustonii*, les lames blanchies à l'air des *L.saccharina* et *L.flexicaulis* font, avec l'herbe verte, une bigarrure de l'effet le plus pittoresque. Les agriculteurs apprécient tellement les Laminaires que certains, parmi ceux qui viennent en chercher, demeurent à 15 kilomètres de la côte.

Les légumes cultivés comme primeurs à l'île de Ré sont d'excellente qualité et l'engrais marin ne leur communique aucun goût particulier. Le vin, par contre, possède un goût de terroir assez prononcé qui en diminue la valeur marchande. Le *Commentaire* de VALIN sur l'Ordonnance de 1681 y fait allusion, et l'auteur explique ainsi pourquoi les riverains des côtes de l'Aunis perdirent l'habitude de se réunir pour discuter la date de coupe du goémon de rive. « Comme les côtes de l'Aunis sont presque toutes vignobles, dit VALIN (*loc. cit.*, p. 626), et que le sart, quoique très propre à rétablir les vignes, a ce défaut, d'altérer pendant quelques années la qualité du vin, jusqu'à lui communiquer son sel et son odeur, la plupart des cultivateurs ont négligé depuis longtemps d'en faire usage pour leurs vignes et de là l'emploi du sart étant devenu en quelque sorte le partage des seuls paysans, c'est la vraie cause de la cessation totale des assemblées ordonnées par cet article.

« Il paraît néanmoins actuellement qu'à l'imitation des

habitans de l'île de Ré, plusieurs propriétaires de vignes sont déterminés à les sarter, nonobstant l'influence de cette herbe sur la qualité du vin. Et en effet, ceux-là ne doivent pas s'en embarrasser, qui sont dans l'usage de convertir chaque année en eau-de-vie... etc. »

La pratique de « sarter » la vigne ne s'était cependant pas maintenue à l'île de Ré. D'après F. Brin [1] on croyait que ses profondes racines lui évitent le besoin d'engrais, préjugé qui, voici un demi-siècle, était encore fort répandu partout en France. L'invasion phylloxérique changea les idées ; on enfouit en abondance du goémon au pied des vignes dans l'espoir de nuire au développement ou à la propagation de l'insecte néfaste ; les résultats furent satisfaisants. On a continué depuis et l'on attribue de nouveau le goût de terroir à l'engrais marin. Cependant, dit Brin, bien que le goémon soit utilisé dans toute l'île, ce goût est particulièrement accentué dans les communes situées à l'extrémité nord-ouest (Ars et Saint-Clément-des-Baleines). La cause serait donc différente : à l'époque de la véraison, coïncidant avec celle des grandes marées de septembre, les Algues rejetées par le flot sur la côte nord-ouest forment un immense cordon littoral large et épais ; elles y pourrissent et leur ensablement s'accompagne de dégagements gazeux que le vent conduit au loin et dont l'odeur désagréable, absorbée par les grains et par la rafle, produirait le goût de terroir.

Les deux causes, il me semble, agissent simultanément et s'ajoutent. La vigne, qui est sensible à de minimes variations dans la constitution chimique du sol, et produit

[1] F. Brin. — *Du goût de terroir dans les vins de l'île de Ré*, Revue de Viticulture, t. VIII, Paris, 1897.

des vins de parfum si différent dans des localités rapprochées, peut fort bien absorber dans le sol la cause du goût de terroir, alors que les légumes n'en éprouvent aucun inconvénient[1]. L'expérience serait d'ailleurs facile à faire.

Bien que Roscoff soit situé en dehors de la zone de la vigne, on y récolte d'excellents raisins sans goût particulier. Contre un mur de diverses habitations bourgeoises ou paysannes, est adossée une serre, non chauffée, réservée à quelques treilles où le Chasselas mûrit parfaitement. Or, le seul engrais fourni à ces vignes est du fumier de ferme ou de cheval et jamais de goémon ; est-ce une tradition ou le résultat raisonné de l'expérience acquise, je l'ignore.

Le goémon épave est très apprécié comme engrais sur les côtes du Danemark (ROSENVINGE in litt.). Les Japonais en font aussi un grand usage pour leurs champs de riz. Les indigènes de la côte de l'Alaska (d'après RIGG, in F.-K. CAMERON) plantent toujours leurs pommes de terre dans une couche de goémon d'échouage frais, préalablement enfoui dans le sol et ils ne leur donnent pas d'autres

[1] Je dois à mon érudit collègue de la Faculté de Médecine, le Dr GUILLAUD, la connaissance du passage suivant de PLINE le naturaliste (édit. MAYHOFF, XIV, 109 ; édit. LITTRÉ, XIV, 19, 7) :

« On fait aussi l'un et l'autre (le vin d'absinthe et le vin d'hysope) d'autre façon, par des semis autour des racines des vignes. C'est ainsi que se fait aussi le vin d'ellébore, avec le vératre noir selon CATON ; ainsi, le vin de scammonée, les vignes par nature s'emparant à merveille de saveurs étrangères. C'est pourquoi encore les vendanges sentent le saule aux marais de Padoue ; et qu'à Thason on sème de l'ellébore, du concombre sauvage ou de la scammonée pour avoir du vin dit phthorion parce qu'il fait avorter ».

soins de culture ; à défaut de goémon d'échouage, ils coupent de préférence l'*Alaria fistulosa*. Il me paraît superflu de citer d'autres exemples de l'utilisation agricole du goémon ; on peut dire que, dans tous les pays, les riverains cultivateurs l'étendent sur leurs champs. Les études d'HENDRICK, en Ecosse, méritent cependant une mention particulière.

Après une enquête sur les côtes S. W. et N. E. de l'Ecosse, J. HENDRICK entreprit, en 1895 et 1896, des expériences sur la meilleure utilisation du goémon [1].

Avant de rapporter ces expériences, je donne le résultat des analyses effectuées par l'auteur ; elles concernent les espèces qui constituent la majeure partie du goémon épave ; je choisis les plus récentes (1916), car elles portent sur un plus grand nombre d'exemplaires, allant de 8 à 15 pour une même espèce ; je prends seulement les moyennes, laissant de côté les maximum et minimum. Elles n'échappent cependant pas à la remarque générale faite précédemment (Voy. 20), certains individus de *L. Cloustonii* ayant été pris en place, et d'autres parmi le goémon échoué ; on n'y tient pas compte de la fertilité ou de la stérilité des *Fucus* et *Ascophyllum* ; l'auteur, il est vrai, visait l'utilisation agricole et industrielle, et avait surtout à se préoccuper des teneurs moyennes. J'ai disposé les plantes dans l'ordre où on les trouverait en venant de la mer vers la côte, en supposant toutefois que le *F. platycarpus* n'ait pas été compris dans le *F. vesiculosus* ; on voit que les variations

[1] James HENDRICK. — *The Use and Value of Seaweed as Manure*, Transactions of the Highland and agricultural Society of Scotland, Sér. 4, t. X, Edimbourg, 1898.

	L. Cloustonii		*L. flexicaulis*		*F. serratus*	*F. vesiculosus*	*A. nodosum*
	stipe	lame	stipe	lame			
PLANTE FRAÎCHE							
Eau	82,90	75,00	83,22	78,54	73,63	68,12	69,60
(1) Matière organique	10,99	19,69	11,04	16,74	20,76	25,50	24,14
Cendres solubles dans l'eau	4,80	4,06	4,71	3,74	4,13	5,02	4,89
Cendres insolubles dans l'eau, mais solubles dans HCl dilué	1,21	1,06	0,96	0,93	1,19	1,13	1,24
Matière siliceuse	0,10	0,19	0,07	0,05	0,29	0,23	0,13
(1) Azote	0,22	0,29	0,17	0,21	0,30	0,32	0,29
dans les cendres solubles							
Potasse	1,83	1,17	1,93	0,94	0,98	0,94	0,79
Soude	0,90	0,96	0,82	1,08	1,19	1,36	1,59
Anhydride sulfurique	0,48	0,74	0,30	0,50	1,01	1,76	1,59
Total des halogènes, en chlore	1,75	1,36	1,82	1,36	1,19	1,04	1,01
Iode	0,094	0,084	0,061	0,064	0,013	0,010	0,026

PLANTE SÈCHE							
(1) Matière organique.	64,25	77,99	65,27	77,53	78,63	80,10	79,31
Cendres solubles dans l'eau . . .	28,08	16,92	28,64	17,91	15,87	15,62	16,21
Cendres insolubles dans l'eau, mais solubles dans HCl dilué . . .	7,08	4,33	5,72	4,37	4,51	3,54	4,05
Matière siliceuse	0,59	0,76	0,37	0,19	0,99	0,74	0,43
(1) Azote.	1,28	1,19	0,98	1,05	1,19	0,99	0,98
dans les cendres solubles							
Potasse	10,66	5,19	11,85	4,54	3,77	2,94	2,58
Soude	5,32	4,06	4,98	5,09	4,57	4,25	5,38
Anhydride sulfurique.	2,81	3,00	1,78	2,35	3,86	5,47	5,28
Total des halogènes en chlore . .	10,27	5,88	11,13	6,56	4,56	3,24	3,39
Iode	0,552	0,329	0,355	0,304	0,048	0,034	0,086
POURCENTAGE DANS LES CENDRES							
Potasse K^2O.	29,89	23,34	33,73	19,90	17,57	14,95	12,86
Iode	1,548	1,697	1,045	1,364	0,220	0,177	0,418

chimiques tiennent à l'espèce de la plante et non à la profondeur à laquelle elle vit. On ne perdra pas de vue, dans l'appréciation d'un pourcentage total, que le stipe du *L. flexicaulis* est relativement peu développé par rapport à la lame, à l'inverse du *L. Cloustonii*.

La côte S.-W. (Ayrshire) est très favorablement exposée pour la récolte du goémon, aussi l'utilise-t-on largement et son action est particulièrement appréciée sur les terres légères. Dans les points de la côte où le goémon épave arrive en énorme quantité, les riverains le préfèrent au goémon de coupe, lequel, disait-on à Hendrick, vaut à peine le travail qu'il nécessiterait, même là où sa cueillette s'effectuerait sans difficulté. Le goémon de coupe est, au contraire, très apprécié en d'autres endroits de la côte et certains agriculteurs le préfèrent, à poids égal, au goémon épave. Bien que j'ignore tout de l'Ayrshire, cette divergence, à moins qu'elle résulte simplement de préjugés, pourrait, il me semble et sauf erreur, s'expliquer ainsi : le goémon épave, s'il est riche en Laminaires, contient plus de potasse que les *Fucus* coupés : dans les endroits où la mer le rejette en abondance, il arrive directement à la côte et en bon état, contient toute sa potasse et son action fertilisante est plus efficace. Dans les endroits où il est peu abondant, sa récolte est incertaine au moment du besoin, et il échoue probablement après avoir été brassé, déchiqueté, dépouillé d'une partie de ses sels ; par suite, le goémon de coupe devient préférable, car sa récolte et son emploi sont moins aléatoires.

Sur la côte N.-E. d'Ecosse (Kincardineshire et Aberdeenshire), moins pourvue de goémon épave, son emploi se maintient là où il arrive en abondance. Ailleurs, son utilisation diminue progressivement depuis une trentaine

d'années ; HENDRICK en donne les raisons suivantes : facilité de se procurer des engrais chimiques, répugnance des valets de ferme pour le travail fatiguant de la récolte du goémon épave, nature du pays où dominent les terrains dérivés de roches granitiques ou métamorphiques déjà pourvus de potasse, abondance du fumier de ferme dans la région.

D'une manière générale, et en chiffres ronds, le goémon frais analysé par J. HENDRICK fournit en moyenne, outre des sulfates, de la chaux, de la magnésie : 0,5 % d'azote, un peu plus de 1 % de potasse et moins de 0,1 % d'acide phosphorique. Il contient donc les diverses substances que les plantes extraient du sol. HENDRICK accorde au fumier de ferme la composition approximative suivante : 0,5 % d'azote, 0,6 % de potasse, 0,3 % d'acide phosphorique. Le goémon fournirait donc au sol la même quantité d'azote, notablement plus de potasse et moins d'acide phosphorique, la proportion de celui-ci étant même insuffisante. L'azote du goémon est surtout à l'état d'albuminoïdes que la nitrification devra transformer ; néanmoins, la totalité de l'azote des Algues est plus rapidement assimilable que la totalité de l'azote du fumier. Le goémon serait donc avantageux pour les sols déficitaires en potasse ou pour les récoltes qui en réclament particulièrement, comme les pommes de terre ou le trèfle.

HENDRICK a entrepris, chez des amis, et non dans des terrains vierges, des expériences comparatives sur les pommes de terre hâtives cultivées sur la côte S. W. d'Ecosse, bien que, dit-il, les variétés tardives eussent probablement permis de faire mieux. Il a essayé divers mélanges et additions d'engrais chimiques et, si j'ai bien compris, les expériences avec le goémon épave n'ayant

pas réussi à cause de conditions météorologiques particulièrement fâcheuses, les résultats suivant s'appliquent plutôt au goémon de rive frais.

Il semble que, à poids égal d'engrais, le goémon donne le même poids de récolte de pommes de terre que le fumier de ferme ; l'addition de superphosphate au fumier de ferme n'a pas augmenté la récolte, tandis que son addition au goémon, à raison de 500 kilogrammes par hectare environ, l'a notablement accrue. Toutefois, la qualité, d'ailleurs moins facile à apprécier que la quantité, était meilleure avec le fumier de ferme qu'avec le goémon.

Le *Leaflet*, n° 254, édité en 1911 et révisé en 1918 par le *Board of Agriculture and Fisheries*, engage les agriculteurs britanniques à utiliser le goémon, particulièrement dans les terres légères, et à le mélanger, d'après le principe énoncé par Hendrick, avec des superphosphates ou des scories, ce qui, comme on l'a vu, était aussi recommandé par F. Brin et qui m'a fourni de bons résultats à Roscoff. Wheeler et Hartwell (*loc. cit.*), recommandaient aussi de le mélanger à de la poudre d'os ou à un autre composé riche en phosphates. D'après le *Leaflet* 254, le mélange du goémon à du fumier de ferme hâterait la décomposition de celui-ci.

Shutt qui donne les résultats d'analyses d'Algues marines récoltées sur la côte atlantique du Canada [1] recon-

[1] F.-T. Shutt. — *La potasse en agriculture*, Ministère de l'agriculture, Fermes expérimentales, Services de la chimie, Circulaire N° 7, Ottawa, 1914. Les analyses se rapportent aux *Fucus furcatus* et *F. vesiculosus*, *Asc. nodosum*, *Porphyra laciniata*, *Laminaria longicruris*, espèces qui croissent sur nos côtes, ou sont voisines des nôtres.

naît aussi leur valeur comme engrais potassique et azoté ; on en fait d'ailleurs grand usage ; elles donnent les « meilleurs résultats sur les terres franches, modérément légères qui sont chaudes et humides, et de moins bons résultats sur les argiles lourdes, mal draînées et humides » ; le meilleur moyen d'employer l'herbe marine « est de l'appliquer directement au sol avec lequel elle s'incorpore très rapidement. C'est essentiellement un engrais à action rapide ». « Il est tout à fait inutile de la mettre en compost, mais on ne ferait pas une grande perte en l'empilant en tas avec de la tourbe ou d'autres matières végétales qui absorberaient et retiendraient les produits de décomposition, pourvu que le tout ne soit pas exposé aux pluies ». Pour obtenir un engrais complet, l'auteur canadien conseille le même mélange que les auteurs cités plus haut.

L'emploi du goémon vert, ou sec, ou plus ou moins fermenté, n'est pratique, à cause des frais de transport, qu'à une petite distance de la mer ; par la force des choses, il est quasi réservé aux communes riveraines. Dans certaines régions, comme à Roscoff, où la culture est intensive, on n'en a jamais assez et il atteint des prix élevés ; certains habitants de l'île de Batz, située en face et mieux placée pour recevoir le goémon épave, le récoltent journellement, en font des tas qu'après dessication ils transportent à Roscoff pour le vendre. Dans d'autres régions où la quantité de goémon échoué est considérable, la majeure partie est perdue. C'est le cas, par exemple à l'île de Ré, dont F. Brin dit (*loc. cit.*, p. 363) : « Diverses tentatives ont été faites pour diminuer le poids brut de ces substances et les porter plus loin ; mais les pro-

cédés employés jusqu'ici ont toujours nécessité une main-d'œuvre qu'il a fallu payer et dont le montant se rapproche sensiblement du bénéfice fait sur le transport. Il n'y a donc rien de fait encore pour tendre à l'utilisation pratique des masses énormes de ces varechs qui se perdent à certains moments de l'année et qui seraient si profitables aux cultures en général et à la vigne en particulier ». Trente-cinq ans avant, Isid. PIERRE écrivait : « On a essayé de comprimer le goëmon sous la forme de tourteaux pour le rendre plus transportable ; il peut alors constituer un engrais bien supérieur au fumier de ferme », car sa richesse en azote est plus que double[1].

Le canadien SHUTT, cité plus haut, se demande aussi si le séchage des plantes marines près de l'endroit de leur récolte n'en pourrait faciliter le transport au loin. Il a eu l'occasion d'analyser une poudre grossière, d'un vert sombre, préparée en Nouvelle-Ecosse avec du *Fucus furcatus* séché à une chaleur modérée, facilement applicable avec l'appareil épandeur attaché au semoir ; le séchage,

[1] Ces lignes de son article *goëmon* (*loc. cit.*), paru en 1863, sont supprimées dans son article *varech*, paru en 1871.

Dans son article *varech*, il signale un autre procédé d'utilisation dû à PLAGNE, pharmacien en chef de la marine, qui « consisterait à soumettre à l'action d'un courant de vapeur, à une température élevée, les varechs, préalablement desséchés et décomposés au moyen du coupe-racine, puis effilochés. Sous l'influence de ce traitement, les cellules végétales se désagrègent, et une pression énergique permet d'en séparer, à l'état de dissolution, la plus grande partie des matières salines, laissant une espèce de tourteau qui contient encore 2 $^0/_0$ à 2,5 $^0/_0$ de sels solubles ».

Du liquide extrait, on retirait sans doute la potasse, l'iode, etc., tandis que les tourteaux pouvaient s'expédier comme engrais.

conclut-il, n'avait pas produit de perte appréciable dans les éléments de fertilité.

« Serait-il possible, dit l'auteur en terminant, de préparer cette poudre d'herbe marine sur une échelle commerciale ? Des essais ont déjà été faits en Europe où on avait cherché à faire des herbes marines un engrais concentré et de manutention facile, mais jusqu'ici, dans le séchage et la mouture de la plante, on s'est heurté à des difficultés mécaniques et autres dépendant de la nature mucilagineuse de l'herbe marine, et la fabrication s'est faite à perte. Nous ne croyons pas, cependant, que les difficultés soient insurmontables et il serait à propos, dans les circonstances actuelles, de faire de nouveaux essais dans cette voie. »

Toutefois, comme on le verra plus loin, d'après les expériences de STEWART, il ne faut pas s'en rapporter uniquement aux analyses chimiques, toujours brutales, pour apprécier la valeur fertilisante du goémon desséché ; son azote peut se nitrifier plus ou moins rapidement suivant les espèces envisagées et aussi suivant la température à laquelle la dessication a été faite.

La florissante Société écossaise d'agriculture s'est maintes fois occupée de l'utilisation du goémon et ses *Transactions* renferment de nombreux articles sur ce sujet. Récemment, l'un de ses membres, M. MOFFATT[1] rappelait l'énorme consommation de potasse allemande qui se faisait en Ecosse où l'on en répand, à terrain égal,

[1] MOFFATT. — *Seaweed as a source of potash for agriculture*, Transactions of the Highland and agricultural Society of Scotland, Edimbourg, 1915.

quatre fois plus qu'en Angleterre ; pour remédier à la pénurie de cet engrais pendant la guerre, il proposait une exploitation intensive du goémon de fond. L'auteur passe en revue les diverses manières dont on pourrait l'utiliser : à l'état frais, mais son transport dans l'intérieur des terres serait trop coûteux ; à l'état sec, mais cela demande trop de main d'œuvre ; brûlé, suivant le procédé des soudiers, mais cela entraîne une perte de substance et une difficile utilisation ; à l'état de charbon de distillation, suivant le procédé STANFORD, mais cela entraîne trop de dépenses d'installation, et l'auteur donne la préférence à la production des cendres, faciles à transporter et à répandre.

D'ailleurs, l'idée d'en faire des cendres est loin d'être nouvelle. Dans nos îles de Bretagne (Batz, Molène, Ouessant, Sein), où le bois est rare, les stipes de *Lam. Cloustonii*, rejetés en abondance considérable après les tempêtes, sont gardés pour l'hiver après avoir séché longtemps à l'air ; ils concourent au chauffage des maisons et à la cuisson des aliments pour les hommes et pour les bestiaux. Les cendres rassemblées et mises en sac sont transportées sur les champs, ou vendues sur le continent.

STANFORD contait en 1862 (*loc. cit.*), que les habitants des chaumières construites près du rivage, aux îles de Jersey et de Guernesey, récoltent toute l'année le goémon épave et, après l'avoir séché sur la grève, le brûlent lentement dans la cheminée de leur habitation, sans que le feu, constamment entretenu par un nouvel apport de vraic, s'éteigne ni jour ni nuit. Le *Zostera marina* est ainsi brûlé en grande quantité. La cendre recueillie se vendait dans le pays à un prix élevé, et la beauté des récoltes dans les îles anglo-normandes est célèbre.

Le procédé a l'inconvénient de se prêter facilement à la fraude, et de perdre une partie des produits azotés. Il a l'avantage de permettre le transport de cet engrais à une grande distance.

GREVILLE (*loc. cit.*, p XXV) mentionne que, presque au début du XIX^e siècle, la soude brute obtenue par incinération du goémon, appelée *Kelp* dans les îles britanniques, ne trouvant plus de débouché dans les verreries et les savonneries, où l'on préférait la Barille et la soude Leblanc (voir plus loin), la *Highland and Agricultural Society of Scotland* s'efforça de lui trouver d'autres emplois et fit des essais sur sa valeur comme engrais[1]. On recommanda de mélanger le Kelp à de la terre et à du fumier avant de l'étendre. GREVILLE rapporte à ce sujet une curieuse observation faite à Crossbasket près Glasgow : Une forte gelée survenue en septembre endommagea et noircit les champs de pommes de terre qui n'avaient pas reçu de Kelp, tandis que ceux où du Kelp avait été enfoui conservèrent leurs feuilles en parfait état, et cela même lorsque les sillons étaient contigus aux précédents.

Pour terminer, je mentionne l'usage agricole du *Posidonia*, cette Monocotylédone marine qui constitue la majeure partie du goémon épave méditerranéen. M. RACOVITZA (*in litt.*), qui connait bien toute la côte méditerranéenne française et espagnole me dit que les gisements les plus volumineux se rencontrent dans la province d'Ali-

[1] Je n'ai pas eu entre les mains tous les travaux publiés par cette Société. On en trouvera l'énumération dans W.-A SETCHELL. — *The Kelp of the United States and Alaska*, in *Fertilizer resources...* etc., p. 175.

cante, particulièrement aux environs de Denia. Les *Posidonia* et *Zostera* y forment tout le long de la côte des bancs hauts de 2 mètres, longs de 50 à 100 mètres et larges de quelques mètres où tous les riverains viennent régulièrement puiser ; ils sont à peu près l'unique engrais donné aux vignes et à la culture maraîchère.

L'exploration méthodique des gisements de Laminaires géantes, l'évaluation du tonnage qu'ils pourraient fournir, la construction de machines pour les moissonner, tout cela fut entrepris par les Américains, dans l'intention de se pourvoir d'une source nationale de potasse pour les besoins agricoles et éventuellement d'iode. Quelle est donc la valeur chimique des Algues ainsi fauchées. Le *Bureau of Soils* du Ministère de l'Agriculture des Etats-Unis a fait de nombreuses analyses. Voici, d'après CAMERON, les résultats moyens fournis par les trois principales espèces au point de vue de l'exploitation en grand, le *Pelagophycus* ne formant pas à lui seul de vrais bancs ; ils s'appliquent en °/₀ à des exemplaires séchés à 105° C.

	Macrocystis	*Nereocystis*	*Alaria*
Total des sels solubles. .	30,00	46,9	24,4
K^2O	12,59	20,1	9,1
I	0,23	0,13	traces
Az.	1,57	1,9	2,6
Cendres	5,90	4,2	

Que valent ces chiffres ? ceux qui concernent le *Macrocystis* sont une moyenne fournie par 58 échantillons, ceux qui concernent le *Nereocystis* par 51 et ceux qui con-

cernent l'*Alaria* par 15; en réalité, ces moyennes masquent d'énormes variations, comme on le voit ci-dessous :

	Macrocystis	*Nereocystis*	*Alaria*
K^2O a varié de . .	3,10 à 27,66	6,58 à 31,62	2 9 à 13,1
Az	0,53 à 3,17	0,81 à 3,06	2,1 à 3,3

Ces pourcentages suffisent pour les besoins industriels, mais leur caractère scientifique laisse à désirer ; on comprend mal que des plantes empruntant tout à l'eau ambiante présentent d'aussi larges variations dans leur composition chimique.

Les botanistes ont depuis longtemps reconnu que l'espèce *Macrocystis pyrifera*, par exemple, présente des variétés morphologiques plus ou moins bien délimitées et Skottsberg (*loc. cit.*, p. 108) cite les noms qui leur ont été assignés. Toutes ces variétés sont assez vaguement connues, botaniquement parlant, et cela se conçoit car, outre la difficulté sans doute inhérente au sujet, il est difficile de comparer entre eux des individus d'aussi grande taille, croissant dans des contrées distantes, ou tout au moins la plupart des Herbiers ne sont pas organisés à cet effet. Il est déjà bien difficile de comparer dans les collections les divers individus de grandes plantes comme les *L. flexicaulis* ou *L. Cloustonii*, provenant des diverses régions européennes, et l'on ne trouve pas dans les collections de séries complètes d'individus entiers comme on en peut avoir des *Ectocarpus* ou des *Myrionema* ; il faut avoir fait ce travail de comparaison

pour en saisir la difficulté qui devient presque insurmontable quand il s'agit des Laminaires géantes. On ne peut donc reprocher aux chimistes américains de ne pas avoir tenu compte des variétés possibles. Mais il eut été bon de faire l'analyse des diverses lames ou des divers entre-nœuds du stipe d'un même individu ; peut-être y eut-on trouvé l'explication des variations des pourcentages. Ce travail, de prime abord sans aucun intérêt au point de vue industriel, peut néanmoins avoir son utilité.

Ainsi, le goémon d'échouage offrant un moindre pourcentage de potasse que le même goémon fraîchement coupé, on pouvait supposer qu'en restant submergé celui-ci perd une partie de son chlorure de potassium, perte que compense partiellement un gain en chlorure de sodium, provenant de l'eau de la mer. Ceci n'est pas dépourvu d'intérêt si le procédé choisi pour faucher les Laminaires ne permet pas de les retirer de l'eau rapidement. Pour s'en assurer, on garda, à la remorque, de grands exemplaires de *Macrocystis* coupés en diverses localités, d'avril à octobre 1913, et de temps en temps on en prélevait un peu pour les analyses. Quatre tableaux d'analyses sont ainsi publiés. Autant qu'on en peut juger, dit F.-K. Cameron (*loc. cit.*, p. 25), le *Macrocystis* qui reste dans l'eau pendant une semaine ne subit pas de perte appréciable en K^2O ni en Az, et selon toute apparence, la perte en K^2O devient appréciable seulement après la mort de la plante, par suite de la décomposition des tissus. Or, ces tableaux ne renseignent guère le lecteur qui voit les pourcentages augmenter ou diminuer avec le temps d'immersion, sans en comprendre la cause. En choisissant les données, on pourrait même modifier la conclusion

de F.-K. Cameron. Ainsi, d'après le tableau V (*loc. cit.*, p. 24), les nombres correspondant à une durée d'immersion de

33	36	42	45	48	51	heures

sont pour la potasse de :

14,37	12,74	8,51	9,10	11,27	17,58	%

pour l'azote de :

1,54	1,52	1.04	1,01	1,21	1,51	%

et pour l'ensemble des sels solubles de :

33,62	30,16	24,78	26,80	28,16	39,66	%

D'où, si l'on s'en tenait à ces données, choisies il est vrai, on en conclurait que la quantité de potasse, d'azote et de l'ensemble des sels solubles, qui diminue de la 33^{e} à la 42^{e} heure d'immersion, croît ensuite de la 45^{e} à la 51^{e} heure, ce qui serait absurde. Cette remarque ne vise nullement à diminuer le mérite des auteurs qui ont fourni une somme aussi considérable de travail ; l'étude entreprise ayant des fins industrielles et commerciales, il leur parut sans doute nécessaire d'aller au plus pressé sans se préoccuper de détails en apparence purement scientifiques ; je désire simplement indiquer que des analyses, qui tiennent imparfaitement compte de la morphologie et de la physiologie des Algues étudiées, ne peuvent fournir de résultats strictement comparables. Les grandes variations dans les pourcentages, relevées à la page 147, laissent prévoir qu'il faut les attribuer, ou bien à des variétés botaniques, ou bien à des différences de constitution de telle ou telle partie d'un même individu. Un jour ou l'autre, les ana-

lyses devront être faites avec cette préoccupation biologique.

Burd a fait un pas dans cette voie. Il a analysé comparativement la partie moissonnable et la partie non moissonnable des Laminaires géantes (plus d'une brasse de profondeur) et, séparément pour chacune, le stipe et les lames. Je prends dans son tableau, concernant la partie moissonnable, les pourcentages rapportés à la plante sèche (*loc. cit.*, p. 199) :

Nombre d'analyses		Az	P^2O^5	K^2O	I
13	Lames de *Macrocystis*, San-Diego et La Jolla . . .	1,26	0,73	10,71	0,22
6	Lames de *Macrocystis*, Pacific Grove	2,67	1,03	12,55	0,14
13	Stipes de *Macrocystis*, San-Diego et La Jolla . . .	0,71	0,55	19,49	0,12
6	Stipes de *Macrocystis*, Pacific Grove	1,11	0,57	22,01	0,13
13	Lames de *Nereocystis*, Pacific Grove	2,07	0,85	18,65	0,10
13	Stipes de *Nereocystis*, Pacific Grove	1,23	0,52	26,37	0,07
5	Lames de *Pelagophycus*, San-Diego	1,55	0,83	18,65	0,32
5	Stipes de *Pelagophycus*, San-Diego	1,00	0,56	29,52	0,13

Ces moyennes voilent des variations assez étendues ; il semble néanmoins, comme le dit l'auteur, que les *Macrocystis* de la Californie septentrionale soient plus riches en azote, acide phosphorique et potasse, et moins riches en

iode que ceux de la Californie centrale. Ce qui est plus évident, c'est que les lames fournissent beaucoup moins de potasse que les stipes ; le même fait a d'ailleurs été constaté chez les *L. flexicaulis* et *L. Cloustonii* d'Europe ; inversement, la proportion d'azote, d'acide phosphorique et d'iode est toujours plus forte dans les lames que dans les stipes. En outre, la composition chimique des Laminaires géantes, dit l'auteur (*loc. cit.*, p, 190), varie d'un individu à l'autre comme cela est connu chez les plantes terrestres ; des variations individuelles sont en effet inévitables ; toutefois, avant d'admettre qu'elles sont comparables à celles des plantes terrestres, qui extraient leurs éléments minéraux d'un sol nécessairement hétérogène, il serait bon d'analyser des choses strictement comparables : des lames ou des entre-nœuds de même âge ou de même situation sur la plante.

J'emprunte encore à BURD le tableau suivant qui donne le pourcentage moyen rapporté à la matière sèche de la portion moissonnable totale (stipe et lames) des trois grandes Laminaires récoltées en Californie ; on pourra le comparer au tableau fourni par CAMERON (voy. p. 147), il donne en outre la composition (plante entière) de deux autres Laminaires et d'une Floridée de même origine.

Une fois connue la valeur chimique des Laminaires géantes, une fois connus les meilleurs moyens de les moissonner et de les conduire à terre, les Américains se sont demandé quel serait le meilleur parti à en tirer, s'il valait mieux les employer à l'état brut ou en extraire les substances désirées.

Il serait aisé, dit F.-K. CAMERON (*loc. cit.*, p. 31), de montrer, par des calculs sur le papier, les énormes béné-

Pourcentage moyen.

Nombre d'analyses		Az	P^2O^5	K^2O	I
13	*Macrocystis*, San-Diego et La Jolla	1,11	0,68	13,06	0,19
5	*Macrocystis*, Pacific Grove	2,21	0,92	15,11	0,14
18	» (ensemble des précédentes)	1,41	0,75	13,63	0,18
13	*Nereocystis*	1,78	0,73	21,20	0,09
5	*Pelagophycus*	1,37	0,74	22,12	0,26
2	*Egregia lævigata*	1,91	1,12	9,12	0,03
3	*Egregia Menziesii*	2,75	1,25	9,70	0 03
1	*Laminaria Andersonii*	2,40	0,76	5,87	0,48
1	*Iridæa laminarioides*	2,72	0,68	2,26	0,01

fices que l'on retirerait de ce goémon en l'utilisant pour obtenir du chlorure de potassium pur, de l'iode et divers sous-produits. Toutefois, ce goémon séché renfermant 25 % de chlorure de potassium, un peu de phosphates et de la matière organique qui se décompose facilement dans le sol, où elle apporte environ 2 % d'azote, lui semble la meilleure forme pour l'utiliser comme engrais, seul ou mélangé à diverses substances, telles que les résidus de poissons (fabriques de conserves) ou des phosphates d'origine minérale. C'est aussi l'avis de son collaborateur Rigg.

Burd fait une revue des avantages et des inconvénients des diverses méthodes d'utilisation, car aucune n'est parfaite; il a opéré indépendamment de Cameron et de ses collaborateurs, sur la côte de Californie, et finalement il recommande, comme eux, l'emploi direct comme engrais après dessication et broyage. L'inconvénient de cette mé-

thode, évidemment la plus simple et la moins coûteuse, est de perdre l'iode en totalité, mais, si l'on traitait tout le goémon récolté dans le Pacifique pour en extraire les sels et l'iode, celui-ci diminuerait tellement de valeur commerciale qu'une évaluation des bénéfices, basée sur le cours actuel de cette matière, est illusoire. On verra d'ailleurs plus loin que le Chili n'extrait qu'une petite portion de l'iode que ses eaux mères du salpêtre pourraient fournir, et que déjà le cours commercial de l'iode est maintenu artificiellement, au grand détriment du consommateur.

Comment donc le goémon devrait-il être séché? Le séchage à l'air libre n'est vraiment pratique que dans les pays chauds et secs ; chez nous, où le goémon étendu sur la grève court souvent le risque d'être mouillé par la pluie, il perd une partie de sa valeur chimique. Les Américains, qui disposent de charbon et de pétrole à un prix minime, peuvent facilement le sécher dans des usines. Or, des efflorescences blanches salines apparaissent à la surface, du goémon exposé à l'air, et, comme BALCH l'a montré, l'efflorescence est plus forte quand la dessiccation est lente que lorsqu'elle est rapide ; un séchage très rapide l'empêche même quasi complètement. Si, au contraire, on veut l'augmenter, on commence la dessiccation puis on l'arrête au moment où débute l'efflorescence ; celle-ci alors se continue et devient si importante que, sur les grandes Laminaires du Pacifique, elle fournit 40 % des sels inclus, qui sont plus propres et plus faciles à isoler les uns des autres que dans le procédé par lixiviation (voir plus loin), car ils ne sont pas gênés par la matière organique. On s'est alors demandé si l'on pourrait employer un procédé mixte : faciliter l'efflorescence et garder pour l'engrais

seulement le goémon sec après qu'il a cédé une partie de ses sels ; si l'iode se trouvait dans les sels efflorescents, on pourrait ainsi l'obtenir à bon compte. Dans ce but, Burd a fait des analyses comparatives avec les lames et les stipes de *Macrocystis* et de *Nereocystis*. Or, tandis que l'efflorescence est quasi nulle sur les lames de *Macrocystis*, elle est considérable sur les stipes de *Nereocystis* où, pour 1.000 grammes de plante fraiche contenant 45 gr. 7 de sels, il en sort 19 gr. 75 par efflorescence, soit 43,2 %, lesquels renferment 60 % de potasse, mais il est remarquable que, dans aucun des quatre cas étudiés, l'efflorescence ne renfermait de traces d'iode ; tout l'iode restait dans le tissu cellulaire. Pour l'extraire, il faudrait donc soumettre le goémon à une seconde opération : incinération, carbonisation, ou lixiviation ; la dépense en serait augmentée.

Cette conclusion de Burd ne s'applique peut-être pas à nos Laminaires. D'après Mme Segers-Laureys (*loc. cit.*), 100 parties d'efflorescence du *L. flexicaulis* renfermeraient 4,13 d'eau, 2,70 d'iodure de potassium, 49,46 de chlorures (surtout de potassium), 42,90 de substances organiques, et une très petite quantité de sulfate de soude ; l'efflorescence du *L. saccharina* consisterait surtout en cristaux de mannite, avec des traces de chlorures et de sulfates. Une composition si différente de l'efflorescence de deux espèces d'un même genre paraît assez extraordinaire. L'auteur, qui paraît confondre le *L. flexicaulis* avec le *L. Cloustonii*, ne dit ni dans quelles conditions les Algues ont été cueillies, ni comment elles ont été séchées.

L'usage agricole que l'on fait du goémon sur toutes les côtes, et depuis un temps immémorial, prouve suffisam-

ment son innocuité; cependant, certains se demandèrent en Amérique si l'emploi du goémon sec, officiellement recommandé, n'allait pas introduire dans le sol une quantité nuisible de chlorure de sodium, et quelques-uns proposèrent, parait-il, d'en enlever une portion par des lavages à l'eau avant de le sécher; c'était méconnaître que le chlorure de potassium y est plus abondant que celui de sodium et qu'ils passent l'un et l'autre dans les eaux de lavage. D'ailleurs, on sait depuis longtemps que les sols arables possèdent un pouvoir absorbant remarquable des solutions étendues potassiques, qu'ils n'ont pas vis à vis des solutions sodiques. En outre, Burd, pour démontrer la supériorité des Algues séchées sur les sels minéraux allemands, compare, en ions, ce que ces deux sources de potasse apportent respectivement de sodium, chlore, potassium, en prenant celui-ci pour unité.

	Potassium	Sodium	Chlore
Macrocystis pyrifera	100	35,7	118,6
Nereocystis Luetkeana	100	33,8	125,2
Pelagophycus Porra	100	24,8	117,6
Chlorure de potassium à 90-95 %	100	5,8	99,9
» 80-85 %	100	13,0	111,2
» 70-75 %	100	21,5	123,2
Kaïnite	100	128,5	294,2
Carnallite	100	108,0	454,7
Sylvinite	100	154,3	337,8

L'avantage, comme on voit, reste très largement aux Algues et cependant, dit l'auteur, les Etats-Unis consomment annuellement 500 000 tonnes de Kaïnite; seul,

le chlorure de potassium à un taux supérieur à 80 % se montre préférable aux Algues, mais il n'apporte pas, comme celles-ci, des matières carbonées, de l'azote et un peu de phosphates.

Les analyses précédentes indiquent quelle quantité d'éléments fertilisants les Algues introduisent dans le sol, mais ces documents brutaux nous laissent ignorer comment les plantes cultivées en profiteront et si ces substances leur sont fournies sous la forme la plus favorable ; tel élément introduit dans le sol en même temps que tel autre pourrait nuire à son assimilation ou au contraire la favoriser. La question semblera oiseuse à certains, car la preuve est faite, depuis des siècles, que le goémon constitue un excellent engrais. Elle n'est cependant pas sans intérêt, surtout pour les Américains, qui se proposent de couper leur goémon géant en quantités énormes ; ils l'emploieront sec et broyé; son séchage artificiel rapide est, comme nous l'avons vu, celui qui entraîne le moins de perte, mais la température du séchage n'est pas indifférente, elle peut modifier la rapidité avec laquelle l'azote deviendra assimilable ; il faut donc concilier les convenances commerciales de conservation du goémon sec et les avantages que les cultivateurs en attendent. STEWART s'en est préoccupé[1].

Il a fait de nombreuses expériences d'après les méthodes d'études bactériologiques du sol ; dans chacune, 200 grammes de terre neuve, pris à la même profondeur, humidifiés au même degré, et conservés dans l'étuve à

[1] GUY R. STEWART. — *Availability of the nitrogen in Pacific coast Kelps*, Journal of agricultural research, t. IV, Washington, 1915.

28°-30° recevaient une certaine dose de *Macrocystis*, de *Nereocystis*, ou de *Pelagophycus* ou, comme comparaison, de sang desséché ou de farine de graine de coton qui sont d'excellents engrais. Des prélèvements faits après un certain nombre de jours d'incubation indiquaient la quantité d'ammoniaque et de nitrate contenus dans le sol ; on suivait ainsi le travail d'ammonification, puis de nitrification, qui se faisaient aux dépens de l'engrais fourni.

Les premières expériences furent réalisées avec des Algues séchées pendant plusieurs heures à 100°-105°, puis broyées et passées à travers un fin tamis. Dès la fin du 9e jour, le résultat était frappant et curieux. Le sang desséché s'est ammonifié le plus rapidement, comme on devait s'y attendre, puis la farine de graine de coton ; le *Nereocystis* suivait celle-ci de très près ; puis venait le *Pelagophycus*, avec un pourcentage notablement plus faible, et enfin des traces seulement de l'azote du *Macrocystis* étaient converties en ammoniaque ; il fallut attendre 48 jours pour que l'analyse décela d'assez notables quantités d'ammoniaque dans le sol ensemencé de *Macrocystis*.

La rapidité avec laquelle l'azote des Laminaires géantes séchées et pulvérisées se transforme en ammoniaque, puis en nitrates, dans un sol neuf, varie donc considérablement avec l'espèce envisagée. Or, le *Nereocystis* et le *Pelagophycus* étant de moindre importance commerciale sur la côte californienne, l'auteur a continué ses expériences sur le *Macrocystis* seul ; il l'a employé frais, séché à l'air un peu ou beaucoup, chauffé à l'étuve plus ou moins fortement et même jusqu'à 250-270° C. Ce surchauffage avait fait l'objet d'un brevet et STEWART montre que cette

haute température entraîne une perte de 36 % de la matière organique, dont 31 % d'azote.

D'après ces expériences comparatives, la rapidité de la transformation de l'azote du *Macrocystis* est la plus grande quand l'Algue est fraîche ou seulement un peu séchée; elle se ralentit en proportion du degré de dessiccation ; le résultat est le même si, avant de le mettre en expérience, on enlève à ce goémon frais ou sec une partie de ses sels minéraux par un lavage. Le *Macrocystis* séché au soleil, de manière qu'il devienne facilement broyable, demande environ 11 semaines pour que, son azote étant ammonifié, la nitrification soit appréciable. Le goémon ne pouvant être commercialement conservé frais, ni même trop humide, l'auteur recommande de le sécher au soleil, aussi brièvement que possible, puis de compléter la dessiccation vers 28° C, en arrêtant celle-ci aussitôt qu'il est broyable.

Le *Maërl* est une accumulation de fragments ou de débris d'une Algue calcaire, morte ou vivante, le *Lithothamnion calcareum* (appelé aussi *L. coralloides*), dont Mme P. Lemoine a donné une étude détaillée[1], et que les cultivateurs de Bretagne recherchent pour amender leurs terres[2]. La plante vit en abondance jusque vers 25 mètres de profondeur, mais s'approche aussi des côtes. En outre, le courant et les mouvements de l'eau entraînent le Maërl jusque sur des points constamment émergés et les vagues le triturent parfois en un sable fin. A Morlaix,

[1] Mme Paul Lemoine. — *Répartition et mode de vie du Maërl* (Lithothamnion calcareum) *aux environs de Concarneau (Finistère)*, Annales de l'Institut océanographique, t. I, Paris, 1910.

[2] Les décrets du 4 juillet 1853, cités plus haut à propos du goémon, réglementent aussi l'extraction du Maërl et de la Tangue.

des bateaux le draguent à une faible profondeur et l'apportent sur les quais où il est vendu. A Concarneau, des charrettes vont le chercher jusqu'au niveau de la mi-marée. Vers le niveau des marées moyennes, dit M[me] LEMOINE (*loc. cit.*, p. 10), le maërl sableux est formé de débris assez gros pour laisser reconnaître le *Lithothamnion* puis « à mesure qu'on s'élève vers le niveau des hautes marées, ces gros débris deviennent de plus en plus rares et le sable n'est plus constitué que par des débris impalpables. C'est un phénomène inverse de l'action des marées sur les galets qui sont amenés au niveau des plus hautes mers, tandis qu'au niveau moyen des marées, les plages montrent du sable ou des sédiments plus fins ». Les courants le transportent souvent dans les estuaires, d'où l'idée émise autrefois que la plante vivait au voisinage des estuaires. Mais parfois aussi il abonde loin de la côte, par exemple sur certaines plages des îles Glénan. Ainsi, d'après M[me] LEMOINE, « les îles de Guériden et de Vieux-Glénan sont complètement couvertes par ce sable dont l'épaisseur est de plus d'un mètre ; il enfouit les rochers qui servent de support aux *Fucus vesiculosus* et *Ascophyllum nodosum*, et même les tiges de ces Algues sur une certaine longueur ».

Des dépôts de maërl (*Coral beaches*, *Coral sand*), dus pareillement au *L. calcareum*, se rencontrent aussi en divers points de la côte ouest de l'Irlande ; les débris d'une autre espèce fruticuleuse, spéciale à cette région, le *L. fasciculatum*, s'y ajoute parfois. Ce maërl irlandais renferme jusqu'à 80 % de carbonate de chaux (à Bantry Bay), aussi les riverains le recherchent-ils comme amendement surtout pour les terrains tourbeux (COTTON, *Clare Island*, p. 153).

On désigne sous le nom de *Tangue*, *Cendre de mer*, *Charrée blanche*... etc., particulièrement dans les départements de la Manche, du Calvados, d'Ile-et-Vilaine, une espèce de sable gris ou blanc jaunâtre, qui se dépose ordinairement dans les baies, anses, hâvres et principalement à l'embouchure des rivières de la Basse-Normandie et de la Basse-Bretagne. Les populations rurales attachent un tel prix à l'usage de cette tangue sur leurs terres qu'Isid. PIERRE[1] a rencontré, près du Mont-Saint-Michel, des cultivateurs venus de 43 kilomètres pour la chercher sur place. La bonne tangue se dépose seulement dans les baies un peu profondes que forme l'embouchure des rivières, tandis que partout ailleurs on ne trouve qu'un sable grossier plus ou moins coquillier commun à presque toutes les côtes. ISID. PIERRE estimait que, de l'embouchure de la Rance à celle de l'Orne, on en extrayait annuellement deux millions de mètres cubes. Son usage remonte à une époque reculée, car des documents authentiques du XII^e siècle en font mention comme d'une chose déjà ancienne.

La tangue varie de composition précise d'un point à l'autre ; c'est un mélange de carbonate de chaux, dont la quantité dépasse parfois 50 %, d'argile, de sable quartzeux, feldspathique et micacé (contenant une petite quantité de matières salines, chlorures, sulfates, phosphates) et de matières organiques ; c'est à la fois un engrais et un amendement.

[1] J.-I. PIERRE. — *Etudes sur les engrais de mer des côtes de la Basse-Normandie (Manche et Calvados)*, Mémoires de la société linnéenne de Normandie, t IX, Caen, 1853. Ce travail est résumé à l'article *Tangue*, in MOLL et GAYOT, *Encyclopédie pratique de l'agriculteur*, t. XIII, Paris, 1871.

La tangue ne peut résulter d'apport fluviatiles ; Isid. PIERRE la considère comme produite par des débris de coquilles et des roches contre lesquelles ces coquilles se sont usées, broyées sous l'influence de l'agitation de la mer. Leur dépôt s'explique par le passage de l'eau de l'état d'agitation à l'état de repos, dans les anses, baies... etc., où ce repos est encore facilité par les cours d'eau qui marchent en sens inverse du flot dont ils tendent à diminuer la vitesse et la densité. Les géologues paraissent du même avis[1]. Si je cite la tangue à propos des Algues marines, c'est que je suppose, d'ailleurs *a priori*, que le Maërl est son pourvoyeur de calcaire au moins au même titre que les coquilles brisées.

[1] DE LAPPARENT (*Traité de géologie*, 3e édition, 1893) dit : « L'origine de ce carbonate ne paraît pas devoir être attribuée à une autre cause que la trituration des coquilles apportées par le flot ».

CHAPITRE III

UTILISATION INDUSTRIELLE DES ALGUES BRUNES

SOMMAIRE. — I. Alcali végétal et alcali marin ; soude d'Alicante ou barille ; soude de varech, emploi de celle-ci dans les verreries. — Incinération du goémon. — Composition de la soude de varech. — Extraction de la potassse et de l'iode. — Procédé par calcination en vase clos. — Procédé par lixiviation ; Algine et ses propriétés ; Algulose et papier d'Algues. — Nombreux brevets concernant le traitement des Algues. — La Norgine. — Procédé par fermentation en Amérique et en France.

II. Les sucres et les Algues marines. — Les composés pectiques de la membrane, algine, fucine, fucoïdine. — Les substances intracellulaires, mannite, fucosane, laminarine.

III. Les *Zostera* et *Posidonia* et la fabrication du papier.

Les Alcalis ont toujours été recherchés pour la fabrication du verre, du savon, pour nettoyer le linge ou mordancer les étoffes. Les anciens en distinguaient plusieurs sortes, en particulier l'*alkali fixe végétal* extrait des cendres des plantes terrestres ordinaires, et de préférence du bois de Hêtre, devant ses propriétés aux sels de potasse qu'il renferme ; l'*alkali fixe minéral* ou *alkali marin*, efflorescent à l'air, communément appelé *soude*, obtenu par l'incinération des plantes terrestres maritimes (*Salsola*, *Salicornia*, *Suæda*... etc.), alors confondues sous le nom de *kali* ; la prédominance de la soude sur la

potasse dans les cendres des végétaux terrestres existe en effet seulement chez ceux qui croissent sur le rivage de la mer. Cet alkali marin vitrifiait mieux et donnait des verres plus solides, plus durables, mais ses savons restent mous et n'acquièrent point la même consistance et la même fermeté que ceux d'alkali végétal[1].

C'est assez tardivement, semble-t-il, peut-être seulement au début du XVII[e] siècle, que l'on s'adressa aux plantes marines (varech ou goémon), pour obtenir une *soude de varech* et pour concurrencer la soude des plantes maritimes[2]. Le carbonate de soude (vulgairement soude) n'existe tout formé ni chez les plantes marines ni chez les plantes maritimes ; le sodium s'y trouve combiné avec des acides minéraux fixes et avec des acides organiques qui, par incinération, donnent le carbonate de soude. Le goémon donne des cendres où les sels de potasse sont mélangés aux sels de soude en proportions relatives qui varient avec les espèces considérées ; le nom de soude, donné à ces cendres de goémon, vient de la ressemblance d'aspect avec le produit commercial, plus riche en soude, et de la ressemblance du procédé de fabrication.

[1] MACQUER. — *Dictionnaire de chimie*, art. *Alkali*, Paris, 1778.

[2] Bernard PALISSY (1510-1590) ne connaissait probablement pas la soude de varech ; il utilisait celle des plantes maritimes (*Les œuvres de Bernard Palissy*, édition Charavay, Paris, 1880). Il dit : « Le salicor est une herbe qui croist communément és terre des marais de Narbonne et de Xaintonge. Or, ladite herbe, estant bruslée, se réduit en pierre de sel, lequel sel les Apoticaires et Philosophes Alchimistes appellent *sal* alcaly, ... » (*loc. cit.*, p. 29), et encore : « Ausdites isles de la Saintonge et parmi les marez sallans, on y cueille de l'herbe salée, de laquelle on fait les plus beaux verres, laquelle on appelle salicor ». (*loc. cit.*, p. 301).

L'industrie de la soude s'étendait jadis tout le long de la Méditerranée, où les Salsolacées croissent abondamment sur les terrains salés[1]. Cependant, tous les pays méditerranéens ne fournissaient pas un produit également estimé. Soit à cause des sortes de plantes utilisées, soit à cause du soin apporté à leur incinération, la soude d'Alicante nommée *Barille* ou *Barilla* était, depuis des temps très reculés, préférée à toutes les autres[2]. Néanmoins, on ignora longtemps quelle espèce de kali fournissait la Barille fine et DE JUSSIEU la décrivit pour la première fois en 1717. à la suite d'un voyage en Espagne[3].

Il nous apprend aussi que la plante est cultivée et que

[1] « PLINE dit que la découverte (de la soude) est due à des marchands qui, jetés par la tempête à l'embouchure du fleuve Bélus, en Syrie, firent cuire leurs aliments avec le kali, dont la cendre unie au sable sur lequel elle tomboit, forma du verre par la fusion de l'un et de l'autre » (*Encyclopédie* de DIDEROT et D'ALEMBERT, nouvelle édition, t. XXXI, art. *Soude*, Genève, 1778).

[2] ANTOINE DE JUSSIEU (*Histoire du kali d'Alicante*. Histoire de l'Académie royale des Sciences ; Mémoires de 1717, p. 73, Paris, 1719) dit : « Les Vénitiens, les François et ceux qui se piquent de faire les Glaces les plus fines la préfèrent à toute autre. Le Savon dans lequel elle entre passe pour le plus pur et le plus beau. La Lessive qu'on en fait pour dégraisser et blanchir les Draps et les Étoffes est moins caustique que celle de toutes les autres soudes qu'on a coutume d'employer à cet usage ».

[3] « Le genre des Kali est connu en François sous le nom de *Soude* ; mais comme le sel fixe dans lequel ils se réduisent presque entièrement lorsqu'on les brûle, porte aussi le nom de Soude, et que nous avons cinq genres de plantes desquels on tire également du sel de ce même nom, il semblerait que, pour éviter l'équivoque et discerner le produit de la Plante d'avec la Plante même, on pourrait conserver à celle ci dans le François le nom Arabe de *Kali*, et celui de *Soude*

la récolte s'en fait avec le plus grand soin[1]; elle rapportait de si grosses sommes d'argent aux Espagnols que l'exportation de sa graine était formellement interdite[2].

On s'occupa beaucoup, au XVIII^e^ siècle, de la préparation de la soude et des plantes qui la fournissent; on cherchait à améliorer le produit fabriqué sur les côtes de France et à augmenter son rendement. Le savant DU HAMEL chercha même à acclimater un Kali dans l'intérieur des terres, la plante poussa et fructifia, mais le rendement ne fut pas

aux sels fixes seulement que donnent les unes et les autres de ces Plantes.

« J'appelle celle dont il s'agit ici :

Kali Hispanicum supinum, annuum, Sedifoliis brevibus

Kali d'Espagne annuel, couché sur terre, à feuilles courtes et de *Sedum*. »

C'est l'*Halogeton sativus* Moq. (*Salsola sativa L.*) des botanistes modernes. Je me suis demandé si les Arabes ne l'auraient pas importé en Espagne; d'après M. BATTANDIER (*in litt.*) auteur de la Flore d'Algérie en collaboration avec M. TRABUT, c'est peu probable, car l'*Halogeton* est relativement rare en Algérie, quoique spontané. Les anciens Arabes brûlaient l'« Ouchnan » ou *Salicornia* (sens large); les Salicornes poussent en Algérie en peuplements denses et sont d'une récolte facile.

[1] « La récolte du Kali d'Alicante ne se fait pas tout à la fois et sans précaution, comme celle des autres plantes dont on tire de la Soude. On arrache successivement de celui-ci les Plantes les plus mûres avant celles qui le sont moins. On les étend sur une aire pour les faire sécher au Soleil et en ramasser le fruit qui tombe de lui-même. Lorsqu'elles sont sèches on les met à couvert de la pluye, et d'abord que l'on a amassé une suffisante quantité, on les brûle de la même manière que les autres plantes qui donnent de la Soude ».

[2] D'après le *Rapport au Comité de salut public* fait par DARCET, LELIÈVRE et PELLETIER, chargés par arrêté du 23 messidor, an II, d'étudier la fabrication des savons, et que FOURCROY reproduit en entier à l'article *Savon* dans l'*Encyclopédie méthodique,* Chimie et Métallurgie, t. VI, Paris, 1815.

favorable[1] : elle produisit de la potasse, comme les autres plantes de l'intérieur des terres, et non de la soude comme lorsqu'elle poussait sur le territoire maritime.

Pendant le cours des expériences de DU HAMEL, CADET s'occupait aussi, en 1767[2], d'une « soude d'une autre espèce » faite avec le varech « plante de mer très connue sur toutes nos côtes de Flandre, de Picardie et de Normandie sous le nom de goémon ou sar ». Il écrit au sujet de sa récolte : « M. FONTANET, dans le Journal de l'Agriculture et du Commerce, dit que le goemon, que la mer

[1] DU HAMEL. — *Observations sur les sels qu'on retire des cendres des végétaux*, Histoire de l'Académie royale des Sciences, p 51 et Mémoires de 1767, p. 233, et *Suite des expériences sur les sels qu'on peut retirer des lessives du Kali. Ibidem*, Mémoires, p. 239, Paris, 1770.

Si toutes les plantes contiennent du sel alkali, disait DU HAMEL, elles ne contiennent pas toutes le même ; celles de l'intérieur des terres fournissent un sel alkali déliquescent, tandis que celles des bords de la mer fournissent la soude. Il eut l'idée de semer du kali en divers points du Gâtinais, et les cendres, dit-il, lui donnèrent un mélange des deux sortes d'alkali, d'où il concluait « que le terrain d'une part, et de l'autre la nature des plantes, peuvent concourir à la formation des différents sels qu'on retire des végétaux ». L'année suivante, il sema encore en Gâtinais les graines des individus qu'il y avait récoltés et crut que cette seconde génération lui donnait les mêmes produits « si ce n'est que le sel de la nature de l'alcali du tartre a paru y être un peu plus abondant ». Mais d'après une analyse plus précise de CADET (*Expérience sur une soude tirée d'un kali qui avait été cultivé par M. du Hamel à sa terre de Denainvilliers. Ibidem*, Histoire, p. 22 et Mémoires de 1774, p. 42, Paris, 1778) elle ne renfermait plus du tout de cet alkali marin que DU HAMEL croyait y trouver. On ne devait donc pas songer à cultiver dans l'intérieur des terres les plantes qui produisent la soude.

[2] CADET. — *Analyse de la Soude de Varech*, Histoire de l'Académie royale des sciences, p. 53 et Mémoires de 1767, p. 487, Paris, 1770.

arrache et jette sur ses bords, ne vaut rien pour faire de la soude, qu'il faut prendre en marée basse, le plus avant en mer qu'il est possible, celui qui est attaché aux rochers ; et que c'est dans le mois de Mars et d'Avril qu'il convient de cueillir le goemon, attendu qu'il est garni de bourses ou boutons, remplis, à ce qu'il croit, d'une matière plus capable de s'alkaliser par l'action du feu[1]. »

D'après CADET, la soude de varech servait alors à falsifier la bonne soude de Kali dont elle diffère par « une forte odeur de foie de soufre » et diverses propriétés chimiques. « L'usage en doit être proscrit dans les savonneries et dans les blanchisseries », dit-il, « dans les savonneries parce qu'elles exigent des cendres bien chargées d'alkali et que celles de varech n'en contiennent que fort peu; et dans les blanchisseries parce que ces cendres qui ne contiennent presque que du sel marin ne feraient jamais une lessive assez forte et que d'ailleurs le fer qu'elles contiennent... tacherait le linge[2] ». « Les Verriers sont les seuls qui peuvent l'employer utilement » (*loc. cit.*, p. 492.)

[1] La différence à établir entre la partie végétative et la partie reproductrice des *Fucus* n'a pas toujours été aussi bien reconnue par les chimistes modernes (voy. C. SAUVAGEAU, *Réflexions*, etc.).

[2] MARCORELLE faisait la même remarque l'année suivante (*Mémoire sur le salicor*, Mémoires de Mathématiques et de Physique présentés à l'Académie royale des Sciences par divers savants, t. V, Paris, 1768). Après avoir cité la soude d'Alicante puis celle de Carthagène, moins appréciée, il dit : « il y a encore une soude, appelée *soude de Bourde* qui est d'une très mauvaise qualité ; elle ne sert qu'à mélanger la véritable.... On fait en Normandie une soude, appelée *Varech*, inférieure encore à la bourde ; elle tache le linge et cause de grands dommages aux blanchisseuses qui l'emploient dans leurs lessives ».

« Ce serait cependant un très grand avantage, si la soude de varech pouvait devenir aussi bonne que la soude d'Alicante, on épargnerait des sommes considérables qui passent à l'étranger pour l'achat de cette matière ». Selon CADET, le moyen le plus sûr serait de joindre au varech d'autres plantes maritimes cultivées à terre et moins chargées de sel marin.

Malgré ces inconvénients, la soude de varech présentait des avantages et jouissait d'importants débouchés, dans l'industrie de la verrerie, comme nous l'a montré l'exposé des motifs de l'ordonnance de 1772, et l'on peut croire que COLBERT, en rédigeant le chapitre de l'ordonnance de 1681, qui concerne la récolte des plantes marines, était préoccupé de ménager les intérêts des verriers normands.

Il y avait alors en Normandie, à peu de distance de Cherbourg, des verreries prospères [1]. La plus ancienne remonte au XVIe siècle et fut établie à Couville, au lieu dit Le Breuil, par une famille de gentilshommes verriers, les de BELLEVILLE. Pierre de BELLEVILLE y habitait en 1548. En 1553, un autre établissement existait à Brix (à l'Est de Couville) que les trois frères de BELLEVILLE (Balthazar, Robert et Floxel) dirigeaient en 1598 ; à cette époque, ils étaient les seuls, dans le pays, à fabriquer le verre « en plat » (verre à vitre) ; Louis XIII renouvela leur privilège en 1616. Au témoignage du sire de GOUBERVILLE (1553), leur fabrication utilisait les cendres de Fougères (évidemment *Pteris aquilina*). En 1750, la verrerie de Brix fut transférée à Tourlaville, près de Cherbourg.

[1] Je dois ces renseignements à mon savant collègue de Cherbourg, M. CORBIÈRE, professeur au Lycée.

Vers 1650, Jacques de BELLEVILLE avait établi une autre verrerie au Mesnil-en-Val (S.-E. de Cherbourg), mais elle eut une courte durée.

Enfin, il existait une autre verrerie de Tourlaville, sise à 4 à 5 kilomètres au sud, au bord de l'ancienne forêt de Brix, en un lieu nommé depuis la Glacerie de Tourlaville, et qu'il ne faut pas confondre avec la précédente. Elle fut fondée sans doute au début du XVII^e^ siècle, car Antoine de CAQUERAY, sieur des Friches, à qui elle appartenait, fut inhumé à Tourlaville le 21 août 1652. En 1653, en vertu d'un privilège de Louis XIV, Richard Lucas de NEHOU, en prit la direction ; remarquablement intelligent et laborieux, il la rendit bientôt très prospère et il attira l'attention de COLBERT. Il y fabriquait du verre blanc, tandis que le verre avait toujours eu jusqu'alors une teinte un peu verte[1].

Les verreries ne manquaient donc pas aux environs de Cherbourg, et l'on conçoit que la soude de varech y trouvait son emploi. Toutefois, j'ignore à quelle époque celle-ci commença à remplacer les cendres des plantes terrestres ou des plantes maritimes, mais la soude de Kali, si elle y a été employée, ne devait pas être fabriquée sur place, car les *Salicornia* et *Suæda* sont relativement peu abondants sur ce littoral[2].

[1] Elphège FREMY, *Histoire de la Manufacture royale des glaces de France au XVII^e^ et au XVIII^e^ siècle*, Paris, 1909. Ce livre insiste surtout sur la vie administrative de la Manufacture ; on y trouve peu de renseignements sur la nature des matériaux mis en œuvre pour la fabrication.

[2] La soude de varech y était sans doute la seule employée au XVIII^e^ siècle ; on lit en effet dans l'*Encyclopédie*, à propos du *varech* : « Son seul usage en quelques endroits est à fumer les terres, et en

Or, en 1665, COLBERT fondait la Manufacture royale des glaces à Paris, au faubourg Saint-Antoine, et achetait plusieurs maisons pour loger des ouvriers venus des célèbres verreries de Murano, près de Venise, où se fabriquaient les plus belles glaces d'après des procédés tenus secrets. E. FREMY a conté combien les exigences et les fantaisies de ces ouvriers italiens rendirent pénibles les débuts de cette Manufacture. COLBERT mit alors la Compagnie royale en rapport avec Richard LUCAS DE NÉHOU qui sauva « l'œuvre menacée de mourir en naissant » et dirigea la nouvelle verrerie de 1666 jusqu'à sa mort (1675). Il fut inhumé à Tourlaville. Richard LUCAS ne laissa que deux neveux : Guillaume LUCAS, sieur de Bonval, lui succéda comme directeur et administrateur de la Glacerie de Tourlaville, jusqu'en 1720, tandis que Louis LUCAS DE NÉHOU vint diriger l'établissement de Paris ; celui-ci inventa en 1691 la méthode de couler les glaces et, en 1693, transféra la Manufacture de Paris au Château de Saint-Gobain.

D'après E. FREMY (*loc. cit.*, p. 256), « en 1692, Louis XIV accorda à la Compagnie le privilège de cueillir seule, pendant vingt ans, du 15 mars au 15 septembre, tout le varech le long de la côte de la Hogue pour en obtenir des cendres et les faire ensuite transporter à Paris. L'arrêt du 22 juin 1718 révoqua ce droit à la demande des Normands »[1].

Normandie, à brûler, pour faire une sorte de soude, qu'on nomme *soude de varech*, qui se consume en quantité à Cherbourg pour fondre le verre, soit en table, soit en plat ».

[1] C'est sans doute à la suite de cette révocation que les usines de Paris et de Saint-Gobain firent venir leur soude d'Alicante, où elle

La construction des *fours à soude* ou *fours à iode*, comme on les appelle parfois maintenant, n'a guère fait de progrès depuis que l'on incinère les goémons. Voici comment P. Guérin (*loc. cit.*) décrivait en 1917 ceux qu'il venait de voir aux environs de Brignogan : « Ce sont de simples rigoles dont le fond et les parois sont constitués par des blocs de granit grossièrement assemblés. Leur longueur est de 9 à 10 mètres en moyenne (quelquefois 15 mètres) [1] sur une largeur de $0^m,55$ à $0^m,60$ et une profondeur de $0^m,40$. Un four est souvent la propriété de plusieurs familles... Une fois allumé, au moyen de branches d'ajonc, le feu est alimenté par des Laminaires que

était si fréquemment falsifiée, que la Manufacture royale dut y installer un de ses commis « chargé de veiller au brûlement des soudes pour en avoir de plus nettes et de plus pures » (Fremy, *loc. cit.*, p. 257).

[1] Ceux que j'ai vus au Conquet, à l'île Callot (près de Roscoff) et à l'île d'Yeu (en Vendée) sont notablement plus courts, ont 6 à 8 mètres ; les fourneaux longs sont plus difficiles à alimenter, ou exigent un personnel plus nombreux. C. Vallaux (*loc. cit.*, p. 235) dit aussi que les fourneaux de Bretagne sont « longs de 4 à 5 mètres, larges de 40 centimètres et profonds d'autant ». Autrefois, cependant, les fourneaux étaient moins longs. On lit, en effet, dans l'*Encyclopédie* (*loc cit.*). « Voici la manière de brûler le *varech*, telle qu'elle se pratique dans le ressort de l'amirauté de Cherbourg. On construit une fosse longue de 7 à 8 piés, large de 3 à 4 et profonde au-dessus de l'âtre de 18 à 20 pouces ; on sépare cette fosse en trois ou quatre au moyen de deux pierres plates, qui en traversent la longueur ; au fond sont des pierres brutes et plates, comme des gros carreaux et que les riverains trouvent aisément le long de cette côte. Quand les fosses sont faites, on les remplit de varech sec ; on y met le feu, etc. ». La planche 101, fig. 2, intitulée *Combustion du varech* (*Encyclopédie méthodique*, Recueil de planches, Planches des pêches, Paris, 1793), montre que la combustion s'effectuait dans des fosses carrées ou à peu près.

l'on éparpille en minces couches tout le long de la rigole. On obtient, dans ces conditions, une bouillie épaisse, de couleur gris noirâtre qui, une fois refroidie et solidifiée, constitue la *soude de Varech* », que l'on appelle souvent aussi *salin* ou du nom anglais *Kelp*.

On ne parvient à obtenir cette bouillie épaisse qu'en chauffant à une haute température, et en agitant et pétrissant fortement la masse en fusion avec de gros bâtons, ce qui est un travail fort pénible. Après refroidissement, la masse vitreuse, bulleuse et scoriacée, ainsi obtenue, est cassée en morceaux pour la vente [1]. Déjà au XVIIIe siècle, alors qu'il n'était pas encore question d'obtenir de l'iode, MACQUER faisait observer que ce mode de fabrication soumet la soude à une température trop élevée [2].

[1] D'après STANFORD, même les meilleurs échantillons de salin renferment des fragments reconnaissables, bien que carbonisés, de stipes du *L. Cloustonii*.

[2] MACQUER. — *Dictionnaire de chimie*, art. *Soude*, Paris, 1778.

« On en tireroit un bien meilleur parti, si l'on donnoit en la faisant une chaleur beaucoup moindre à ces cendres, et qu'on ne les fît pas entrer en une demi-fusion, parce que cette espèce de fusion ne se fait qu'autant que l'alkali fixe agit sur la partie terreuse ; et toute la portion de ce sel qui se combine en une vraie fritte, est en pure perte pour tous les usages dont je viens de parler, puisqu'elle ne peut plus être extraite par la lixiviation. Cet inconvénient est beaucoup moindre et même nul pour les verreries en verre commun, dans lesquelles on emploie la soude toute entière, parce qu'alors la portion d'alkali fixe qui est déjà combinée avec la partie terreuse, n'en est pas moins en état d'agir comme fondant des autres terres ou sables qu'on fait entrer dans la composition de ces verres. De là vient aussi que la soude de varech s'emploie avec grand succès et grand avantage dans les verreries en verre commun, surtout dans celles de Normandie ».

D'après GREVILLE (*loc. cit.*, p. XXII), qui emprunte une partie de ses renseignements à NEILL, la fabrication de la *soude de varech* ou *Kelp* fut introduite en Ecosse, un demi-siècle plus tard qu'en France et en Angleterre, et les îles Orcades, où elle prit bientôt un développement considérable, exportèrent leur première cargaison en 1722. Tout d'abord, les habitants de ces îles protestèrent énergiquement contre cette fabrication, attribuant toutes sortes d'influences néfastes aux fumées dégagées par la combustion des Algues, puis leur mentalité changea quand ils constatèrent les bénéfices qu'elle procurait à ceux qui s'y livraient. GREVILLE cite, d'après divers auteurs, les sommes immenses que les propriétaires des terrains bordés de rochers marins encaissèrent aux Orcades et aux Hébrides. « La valeur des domaines s'étendant sur une côte bien pourvue d'Algues augmenta tellement que là où les Algues ne croissaient pas naturellement, on tenta, et avec succès, de les cultiver en couvrant le sable des baies avec de grandes pierres qui fournirent une récolte de *Fucus* trois ans plus tard, la mer y ayant apporté les germes nécessaires ». Les bénéfices furent d'autant plus considérables que, pendant les guerres de la Révolution française, un énorme impôt de guerre empêchait l'importation de la Barille d'Espagne. Puis, l'impôt ayant été supprimé, les prix de la soude de varech tombèrent rapidement ; avant même que l'impôt qui grevait le sel marin eut subi le même sort (1823), on préparait en grande quantité, par le procédé Leblanc, une soude plus pure à laquelle les verreries donnèrent la préférence. Le Kelp, qui se vendait 20 à 22 livres sterling la tonne, tomba à 3 livres sterling ; il n'était plus rémunérateur pour ses fabricants.

On cherchait depuis longtemps en France un traite-

ment pratique du sel marin qui permettrait de fabriquer du carbonate de soude, lorsque LEBLANC y réussit en 1791, en perfectionnant une méthode entrevue par DU HAMEL puis par DE LA MÉTHÉRIE. On appela le nouveau produit *soude artificielle* par opposition à la *soude naturelle* des végétaux. Ce fut quasi la ruine, aussi bien pour les producteurs espagnols de Barille que pour les producteurs français et anglais de soude de varech ; leur industrie végéta péniblement jusqu'au moment où les applications de l'iode, isolé des eaux-mères de la soude de varech par COURTOIS, en 1812, se multiplièrent et se répandirent (médecine, photographie... etc.). L'industrie de l'iode s'est constituée de 1830 à 1840. Pour avoir de l'iode, on demanda de la soude de varech, et les soudiers connurent une nouvelle ère de prospérité qui devait être éphémère. A ceci correspondit une autre méthode de récolte des Algues marines à incinérer, dont l'analyse chimique va nous donner la raison.

Dès 1815, GAULTHIER DE CLAUBRY (*loc. cit.*) s'était préoccupé de savoir quelles sont les espèces les plus riches en iode ; il établit des comparaisons entre elles, sans donner de chiffres, et range dans l'ordre décroissant suivant les espèces qu'il a étudiées : *L.saccharina*, *L.digitata*, *F.serratus*, *F.vesiculosus*, *Halidrys siliquosa*, *Chorda Filum*, celui-ci étant très pauvre[1].

J'ai dit récemment (*Réflexions*, *loc. cit.*) comment la plupart des analyses chimiques d'Algues marines tien-

[1] GAULTHIER DE CLAUBRY (*loc. cit.*, p. 137) proposait d'extraire l'iode en traitant le *L. saccharina* « desséché et mis en poudre, par l'acide sulfurique concentré ; ce qui éviterait un procédé fort long que l'on suit pour avoir l'eau-mère de la soude de varecks ».

nent insuffisamment compte des conditions biologiques, pourquoi elles sont incomplètes et manquent de caractère vraiment scientifique. Elles suffisent néanmoins à nous faire comprendre la différence d'utilisation du goémon de rive et du goémon de fond.

J'emprunte quelques chiffres à HENDRICK [1] qui a analysé plusieurs exemplaires, parfois même une douzaine, de chaque espèce importante ; il donne des maximums et des minimums, mais je retiens seulement les chiffres moyens des substances solubles qui nous intéressent contenues dans les cendres en °/₀ de la plante sèche; j'entends les cendres obtenues par incinération selon les procédés en usage dans les laboratoires. Ces chiffres concernent 3 espèces de *Fucus* et 2 espèces de *Laminaria* [2]; ils sont extraits du tableau inséré p. 136.

Le potassium et le sodium y sont dosés en potasse et soude.

	F. vesiculosus	*F. serratus*	*A. nodosum*	*L. flexicaulis*		*L. Cloustonii*	
				stipe	lame	stipe	lame
Potasse . .	2 94	3,77	2.58	11,85	4,54	10.86	5.19
Soude. . .	4,25	4,57	5,38	4,98	5,09	5,32	4.06
Iode . . .	0,034	0,048	0,086	0,355	0,304	0,552	0,329

[1] James HENDRICK. — *The Value of Seaweeds as raw Materials for chemical Industry*, Journal of the Society of chemical Industry, t. XXXV, Londres, 1916.

[2] Le *F. vesiculosus* d'HENDRICK est vraisemblablement un mélange de *F. platycarpus* et de *F. vesiculosus*. Son *L. digitata*, déterminé sur

La quantité de soude accumulée dans la plante varie donc peu d'une de ces espèces à l'autre. La quantité de potasse varie davantage ; de 2,58 chez l'*Ascophyllum*, elle s'élève à près de 12 dans le stipe du *L. flexicaulis* ; le stipe de ces Laminaires en renferme notablement plus que la lame. De même, l'iode y est environ 10 fois plus abondant que chez ces Fucacées. Tandis que les *Fucus* renferment plus de soude que de potasse, la lame des Laminaires renferme autant de potasse que de soude et le stipe notablement plus. Le carbonate de soude du salin de varech était devenu sans valeur, mais la potasse avait conservé la sienne et l'iode devait être de plus en plus recherché. Or, les *Fucus* cités ici constituent la majeure partie du goémon de rive, les Laminaires la majeure partie du goémon de fond. La conclusion s'imposait. Les soudiers ne couperaient plus les *Fucus* insuffisamment rémunérateurs ; ils continueraient à incinérer le goémon épave lorsque celui-ci renfermerait une assez forte proportion de Laminaires, ou choisiraient les Laminaires en le ramassant ; la récolte sur place se bornerait aux goémons poussant en mer et elle se ferait à l'aide de bateaux. Les procédés d'incinération restèrent les mêmes ; déjà défectueux quand il s'agissait de préparer le salin pour sa soude, ils l'étaient davantage pour la production de l'iode.

Deux nouvelles industries concurrencèrent la soude de varech. D'une part, on apprit à extraire le chlorure de

la figure du *Phycologia britannica*, est l'espèce que je nomme ici *L. Cloustonii*, selon la nomenclature adoptée en France, et je traduis son *L. stenophylla* par *L. flexicaulis* sans grande chance d'erreur. L'auteur n'a pas analysé le *L. saccharina* qui, cependant, d'après STANFORD, est fréquemment brûlé aux Iles Britanniques.

potassium des riches dépôts salifères allemands de Stassfurt, et le prix de cette « potasse » s'abaissa d'autant plus que les mêmes dépôts fournissaient du brome, et d'autres produits recherchés, qui diminuaient son prix de revient. On l'utilisait, comme celle des soudiers, principalement pour la fabrication du nitrate de potasse et des engrais composés. D'autre part, on découvrit, en 1843, dans le *Caliche* ou *salpêtre du Chili* (minerai du nitrate de soude), une assez forte proportion d'iodate de sodium, pouvant fournir de l'iode ; on l'extrait des eaux-mères de fabrication du nitrate par le procédé Thiercelin, et c'est surtout depuis 1873 que l'iode du Chili vint concurrencer, sur le marché européen, le produit français et anglais. L'industrie de la soude de varech périclita de nouveau. L'une des causes de déclin, à ajouter aux précédentes, fut les variations brusques du cours commercial de l'iode. Stanford [1] donne le relevé des prix cotés en Ecosse, année par année, de 1841 à 1875 ; les prix extrêmes furent 4 shillings et 34 shillings la livre ; or, fait-il remarquer, le prix de la matière première et celui de la main d'œuvre variant peu, les fabricants subissaient de lourdes pertes quand les cours étaient bas, tandis que les cours élevés profitaient à des spéculateurs. D'où le découragement des soudiers.

Néanmoins, cette industrie s'est maintenue çà et là. De la côte du Conquet, on voit, en été, des fumées blanches et épaisses s'élever des fours établis aux îles de Béniguet, de Quéménès, de Trieleu, de Molène où le goémon d'échouage est riche en Laminaires. Des usines achètent le

[1] E.-C.-C. Stanford. — *On the manufacture of iodine*, Chemical News, t. XXXV, 1877.

salin pour en extraire l'iode et d'autres produits. Les soudiers exercent cette profession seulement durant la belle saison car, avant d'être brûlé, le goémon est séché, au moins partiellement, par un épandage sur la grève ; pendant le reste de l'année, ils se livrent à la pêche ou cultivent la terre. Ils y gagnent leur vie, parce qu'un syndicat anglais règle artificiellement les prix de l'iode ; si la concurrence jouait normalement, les manufacturiers chiliens pourraient le fournir à un prix inférieur au prix de revient de nos soudiers, tout en réalisant un appréciable bénéfice.

D'après un article de Matignon, qui reproduit une conférence faite le 9 novembre 1913, lors de la célébration du centenaire de la découverte de l'iode [1], il faut traiter 3 tonnes de minerai, ou caliche, pour obtenir une tonne de nitrate de soude ; on consomme annuellement environ 2.500.000 tonnes de nitrate de soude ; cela fait donc trois fois plus de minerai traité soit 7.500.000 tonnes, dont les eaux mères, si elles étaient traitées en totalité, pourraient approximativement fournir 3 750 tonnes d'iode. Or, la consommation mondiale de l'iode ne dépassant pas actuellement 700 tonnes, l'extraction totale en fournirait en surabondance « aussi, dit Matignon, l'extraction de l'iode est-elle limitée par une convention, de manière à en éviter l'avilissement des prix.

« C'est en 1886 que fut établie ce qu'on appelle *la combinaison de l'iode*, en vertu de laquelle tous les salpêtriers chiliens se répartissaient entre eux la production annuelle et s'engageaient à livrer leur quote-part à la maison Antony Gibbs et fils de Londres.

[1] Camille Matignon. — *L'industrie de l'iode, son histoire, son état actuel*, Revue générale des Sciences, t. XXV, Paris, 1914.

« D'autre part, un Syndicat international, dans lequel entraient les participants de la combinaison, s'organisait entre les producteurs européens pour maintenir les prix et permettre à l'industrie européenne de subsister malgré la concurrence chilienne. En France, un impôt de 4 francs par kilogramme d'iode importé protège dans une certaine mesure les six usines à iode qui fonctionnent encore sur les côtes de Bretagne, au Conquet, la plus importante et la plus ancienne, à Aber-Wrach, Pont-l'Abbé, Audierne, Saint-Pierre-de-Quiberon et Ploudalmezeau.

« Sur les 160 usines nitratières du Chili, une petite fraction seulement, 20 à 30 usines environ, extraient l'iode de leur eaux-mères ».

Le lecteur comprend maintenant que les moissonneurs du goémon géant du Pacifique préfèrent chercher à l'utiliser directement comme engrais, et abandonnent l'iode.

Toujours d'après MATIGNON (qui écrit en 1913), l'iode du Chili, rendu à Londres, revient à 9 fr. 65 le kilo ; il y est vendu 22 francs ; le Chili réalise donc ainsi un bénéfice net d'environ 5,5 millions. Le prix de vente par le Syndicat étant d'environ 40 francs, les intermédiaires entre le Chili et le consommateur prélèvent au passage un bénéfice encore plus élevé, atteignant environ 8 millions. Le prix de vente de l'iode par les Chiliens ne dépasse guère le prix de revient dans les usines françaises, qui serait voisin de 18 francs. Depuis l'article de MATIGNON, la guerre a entraîné une demande d'iode considérable, son prix a beaucoup augmenté, et les profits des intermédiaires ont dû être encore plus élevés. Il est curieux de constater, comme suite de la *combinaison de l'iode*, qu'avant la guerre, le Chili, le grand producteur, achetait sa consommation d'iode à l'Allemagne, qui elle-même

l'importait pour la plus grande partie d'Angleterre, et c'est de Hambourg que partaient les cargaisons d'iode revendues ensuite au Chili[1]. La production d'iode au Chili a beaucoup augmenté pendant la guerre et dépassait en 1916 le tiers du chiffre prévu par MATIGNON. Ainsi, d'après les statistiques commerciales publiées par le gouvernement de Santiago, DORSENNE (*loc. cit.*) dit que, en 1914, le Chili a vendu à l'étranger 488.952 kgs. d'iode, en 1915, 708. 758 kgs et, en 1916, 1.323.134 kgs.

STANFORD évaluait à 10.000 tonnes environ (tonne anglaise de 1016 kilos) la quantité de Kelp produite en Grande-Bretagne en 1860-1861, correspondant à 200.000 tonnes de goémon frais brûlé annuellement, quantité qu'il estimait insignifiante en comparaison de celle qui est rejetée sur les côtes et inutilisée ; en France, on produisait alors 24.000 tonnes de soude brute[2], quantité qui, jugeait-il, pouvait être beaucoup accrue. Aussi cherchait-il à améliorer les procédés de fabrication et à les rendre moins intermittents[3].

[1] J. DORSENNE. — *Le Chili*, L'Economiste français, Paris, 15 Juin 1918, et *in litt.*

[2] Diverses usines lessivaient cette soude brute. D'après STANFORD, qui tenait ses renseignements de TISSIER père et fils, propriétaires de l'usine du Conquet, les sept principaux établissements français se trouvaient à : Le Conquet, Granville, Cherbourg, Montsarac, Pont-l'Abbé, Portsall, Quatrevents ; leur production totale, évaluée en tonnes, était : 60 d'iode et iodure de potassium, 2,5 de brome et bromure de potassium, 2.380 de chlorure de sodium, 1.200 de chlorure de potassium, 540 de sulfate de potasse, 1.200 de nitrate de potasse.

[3] E.-C.-C. STANFORD. — *On the economic applications of Seaweed*, Journal of the Society of Arts, février, 1862. La partie industrielle

Le mode de préparation pratiqué en Ecosse paraît être le même qu'en Bretagne ; le Kelp d'Irlande, remarquait Stanford, est plus riche que celui d'Ecosse parce qu'il est fait à une température moins élevée; celui de Guernesey est encore meilleur en grande partie à cause de la température de combustion encore plus basse. On a inutilement essayé de faire comprendre aux brûleurs que leur intérêt serait de préparer des cendres au lieu de Kelp, ils s'obstinent à travailler comme ils virent travailler leurs pères au temps ou l'on fabriquait le salin pour en retirer la soude et non la potasse et l'iode.

Stanford énumérait ainsi les défauts de la fabrication du salin : 1° par la haute température développée pendant la fusion, la moitié de l'iode environ est volatilisée. et une certaine portion de potasse est perdue ; 2° au contact du charbon, cette haute température réduit les sulfates alcalins en sulfites, hyposulfites, sulfures ; ceux-ci exigent ensuite une forte proportion d'acide sulfurique pour être reconvertis en sulfates, opération qui dégage de l'hydrogène sulfuré, toujours gênant ; 3° la manière brutale de brûler les Algues entraîne de l'argile, du sable, des pierres, qui d'ailleurs sont parfois ajoutés de parti pris comme adultérants.

Hendrick (*loc. cit.*) a cherché à évaluer la perte en potasse et en iode que fait subir le mode de préparation du

de cette Note est reproduite dans une autre Note du même auteur : *On the manufacture of Kelp*. Pharmaceutical Journal, avril 1862. Je n'ai pas eu entre les mains un autre Mémoire de Stanford portant le même titre que le premier et publié par la même *Society of Arts* (t. XXXIII, 1883) ; je suppose qu'il est, en partie au moins, une réimpression du Mémoire de 1862. — Voir aussi Stanford, *On the manufacture of iodine*, Chemical News, vol. XXXV, 1877.

Kelp, en comparaison d'une combustion au laboratoire. Des Algues propres, chauffées au rouge sombre dans un moufle, lui donnent à l'analyse, en °/₀ du poids total des cendres, les moyennes suivantes :

	Potasse	Iode
Lam. Cloustonii, stipe	29,89	1,548
» lame	23,34	1,697
Lam. flexicaulis, stipe	33,73	1,045
» lame	19,90	1,364
Asc. nodosum.	12,86	0,418
Fuc. vesiculosus	14,95	0,177
Fuc. serratus.	17,57	0,220

Des cendres de *Fucus*, préparées par ce procédé, constitueraient donc un engrais potassique très convenable. Il a analysé aussi huit échantillons de Kelp préparé par les soudiers en 1914 et 1915 dans différentes localités des îles de l'Ouest de l'Ecosse ; je transcris seulement les variations extrêmes pour les mêmes substances :

la potasse y varie de 5,17 °/₀ à 21,96 °/₀
l'iode y varie de 0,10 °/₀ à 1,14 °/₀

Une notable quantité de produits utiles ne se retrouve donc pas dans le Kelp, à cause de son mode de fabrication ; en outre, les échantillons les moins riches sont précisément ceux qui renferment le plus de matière siliceuse ; certains, achetés après analyse sommaire, auraient à peine payé le travail du soudier.

Mais à quels moments de la fabrication se font ces pertes et quelles en sont les causes. HENDRICK constate

que, en comparaison de Laminaires séchées au Laboratoire, des Laminaires séchées sur la grève, et qui pouvaient être considérées comme d'une bonne qualité, perdent dans cette opération du séchage à l'air la majeure partie de leur potasse, seulement une faible portion de leur iode et très peu de leur matière organique et de leur azote. Un séchage artificiel rapide serait donc préférable, et déjà la chaleur perdue des fourneaux pourrait être utilisée à cet effet. La perte attribuée à l'action d'une trop haute température lui semble exagérée ; des Algues propres, portées au rouge sombre, lui ont donné des cendres de teinte foncée ; au rouge vif (environ 800°) elles ont donné une masse fondue presque blanche, et, dans les deux cas le pourcentage en potasse et en iode était approximativement le même. Par contre, l'addition de sable fin siliceux, et de carbonate de chaux, en formant des verres insolubles à la température du rouge vif, entraînait une perte notable en potasse et en iode. D'où la nécessité de fabriquer le Kelp avec des Algues propres.

Toutefois, brûler des Laminaires propres est, dans la pratique des soudiers, moins facile qu'on pourrait le croire. Le goémon d'échouage, surtout s'il est pris dans les amas rejetés par le flot sur une plage sableuse, entraîne toujours de petits cailloux. Les Laminaires coupées par les goémonniers sont propres. Etendues sur du sable, du gravier ou mieux sur des galets, elles sèchent plus vite que sur un sol cimenté, mais alors de petits cailloux y adhèrent fortement et seront transportés dans le brasier. On obvierait à cet inconvénient, il me semble, en les battant avec un fléau, sur un sol ferme et propre, avant de les incinérer.

Le *Board of Agriculture and Fisheries* a récemment

publié une brochure de propagande[1] où les soudiers irlandais, trouvent, avec des conseils pratiques, la figure des meilleures espèces à brûler. On les y engage à abandonner complètement les fours en fosse habituels pour construire, sans difficultés ni grande dépense, des fours surélevés (*raised Kiln*) sur le modèle d'un petit four à chaux. Une grille faite de quelques barreaux de fer reçoit le goémon sec à brûler, et le salin en fusion tombe sur le fond du four où il est recueilli par une petite porte latérale. Le rendement est supérieur à celui des fosses : le même poids de goémon donne, en beaucoup moins de temps, deux fois plus de Kelp ; celui-ci, de meilleure qualité, se vend plus cher.

Déjà en 1880, Thiercelin[2], frappé des inconvénients des fours en fosse, et de ce que le goémon épave est plus abondant et plus riche en iode en hiver que pendant la belle saison, réalisa sur la côte nord-ouest d'Espagne un four utilisant le goémon vert. Il avait la forme d'un four à réverbère allongé, à sole inclinée ; le foyer, suivi d'une longue galerie à voûte surbaissée, que continue un séchoir utilisant la chaleur perdue, se termine par une cheminée haute. Le four étant allumé, on obtient un desséchement partiel dans le séchoir, plus grand dans le four ; alors on ringarde de haut en bas et les plantes séchées prennent feu ; on ringarde les parties les plus chaudes et on les amène dans un cendrier latéral où la combustion

[1] *The Kelp industry. Hints for Kelp burners with regard to sea weed. Congested districts Board for Ireland*, 1898.

[2] Dr Thiercelin. — *Sur la préparation des cendres destinées à l'extraction de l'iode des plantes marines appelées varechs.* Bull. Soc. chimique de Paris, t. XXXIII, Paris, 1880, p. 559.

se continue. On introduit au fur et à mesure de nouveau goémon frais dans le séchoir et le travail, une fois commencé, n'est interrompu que par le manque de varech. Le procédé permet le travail en toute saison et, dit l'auteur, la potasse et l'iode sont fournis en plus grande proportion que dans les fours en fosse et sont bien plus faciles à extraire qu'avec le salin.

Ces fours à goémon, rudimentaires ou perfectionnés, n'utilisent pas tout ce que contiennent les Algues et perdent les produits de la combustion.

Aux inconvénients que Stanford reconnaissait aux fours en fosse, et que j'ai rappelés plus haut, il ajoutait encore :

4° Le goémon épave d'hiver, le plus riche en potasse et en iode, est négligé ; d'ailleurs, même pendant la belle saison, la pluie enlève souvent une partie de leurs sels aux Algues étendues pour sécher sur la grève.

5° La chaleur de la combustion et tous les produits de la combustion sont perdus. Les fumées des fourneaux contraignent l'infortuné soudier à travailler dans des régions inhabitées, ce qui grève ensuite le transport aux usines de lixiviation,

Pour y remédier, Kemp proposait la macération des stipes broyés de Laminaires dans l'eau additionnée d'acide chlorhydrique où passe la majeure partie de l'iode[1] ; après compression et séchage, la pulpe restante, séchée et brûlée, livrait le résidu d'iode. Mais Stanford croyait avoir

[1] Les matières organiques libérées par le broyage devaient rendre difficile l'extraction de l'iode.

trouvé un procédé meilleur, celui de la distillation[1], et qui pouvait fonctionner en toute saison.

Les Algues (en fait, c'étaient des stipes de *L. Cloustonii*) sont enfermées dans des cornues de fonte que l'on chauffe au rouge sombre ; on reçoit les produits de la distillation dans de grands flacons de Wolff. On obtient ainsi, dit Stanford, un gaz inflammable et très éclairant ; de l'eau contenant du carbonate et de l'acétate d'ammoniaque, de l'acétone, de l'alcool méthylique et une sorte de naphte ; du goudron contenant une huile volatile ; un charbon léger et très poreux qui, par lixiviation, fournit un liquide clair et transparent renfermant tout l'iode des Algues. Le résidu charbonneux, dont la composition tient le milieu entre le charbon de bois et le noir animal, a un pouvoir extraordinaire d'absorption, de filtration et de déodorisation ; son prix est moindre que celui de tout autre charbon et son pouvoir déodorisant le met au premier rang.

La nouvelle méthode n'avait aucun des inconvénients des fours en fosse et Stanford termine son Mémoire, lu devant la *Society of Arts* le 14 février 1862, en annonçant qu'il a pris un brevet pour l'Angleterre et la France. L'assistance accueillit cette communication avec enthousiasme et vota des remerciements à l'auteur.

D'après Turrentine[2], de Roussen en 1882 (Brevet an-

[1] Stanford ignorait probablement qu'un chimiste anglais l'avait devancé dans cette voie. Sur la prière de Stackhouse (*Nereis britannica,* Bath, 1801, p. XXXVII), son ami, le chimiste Richard Edwards, avait analysé parallèlement le *Fucus vesiculosus* et le *Laminaria digitata* ; pour cela, il calcinait les plantes dans des cornues et extrayait diverses substances du produit distillé, reçu dans l'eau, et du charbon retiré des cornues.

[2] J.-W. Turrentine. — *The technology of the Seaweed industry.* In Fertilizer Resources, etc., *loc. cit.*, p. 237.

glais 4214), puis David M. BALCH en 1909 (Brevet américain 747.291) ont apporté des améliorations au procédé de STANFORD. Je n'ai pas eu leurs Mémoires entre les mains et je renvoie le lecteur aux comptes rendus de TURRENTINE.

Je citais plus haut les expériences et les analyses de HENDRICK. Cet auteur présenta son travail à la section d'Edimbourg de la *Society of chemical Industry* le 19 avril 1916. Quelques sociétaires prirent part à la discussion qui suivit. W.-G. O'BEIRNE, directeur de *The British Chemical C°*, fit diverses remarques sur les produits de l'incinération des varechs, puis ajouta : On a prétendu que la distillation pouvait fournir des huiles, légère et lourde, des alcools, de l'acide acétique, de l'ammoniaque, un gaz éclairant, mais tout ce qu'on réussit à obtenir fut une eau goudronneuse mal odorante sans emploi utile ; on construisit des usines à Tiree, Nord Uist et Clydebank, on y dépensa 40.000 livres sterling, et tout fut perdu.

Nous sommes loin des espoirs que STANFORD avait fait naître. M. O'BEIRNE a bien voulu me confirmer par lettre ce qu'il avait dit devant la section d'Edimbourg. De quelques expériences de laboratoire, l'optimisme de STANFORD avait conclu au succès industriel. Après avoir cédé son brevet à la *British Seaweed Company*, il dirigea lui-même la construction des usines de Tiree et d'Uist, et s'appliqua jusqu'à sa mort à rendre son procédé pratique sans y réussir. Le charbon des cornues avait une telle puissance d'absorption que la lixiviation en libérait difficilement les sels alcalins ; il en résultait des solutions diluées dont la concentration était trop coûteuse.

La vieille méthode des fosses a l'avantage d'opérer sur place : on ne transporte à l'usine que la soude de varech, produit peu encombrant ; cependant, quatre ans après STANFORD, MORIDE indiquait un autre procédé pour la remplacer[1]. « Bien des fois, dit-il, on a cherché à retirer directement les sels solubles contenus dans les goémons au moyen de la macération soit à chaud, soit à froid ; mais les transports des Algues à l'usine devenaient souvent impraticables, l'encombrement était gênant, le produit des macérations se décolorait difficilement, et les liqueurs, qu'on n'obtenait que d'une faible densité, étaient coûteuses à évaporer ». Parlant de la méthode de STANFORD consistant à « distiller les varechs en vase clos dans des cornues à gaz », il dit : « Là encore, ce travail qui nécessite une main-d'œuvre considérable, un grand encombrement et des transports onéreux, a dû être abandonné.

« Ma méthode évite tous les inconvénients ci-dessus. En effet, je me borne à torréfier, ou plutôt à convertir en charbon à l'air libre, en tout temps, et sur les lieux mêmes où elles ont été récoltées, les plantes marines fraîches ou sèches. Je me sers pour cela d'un appareil portatif particulier, une espèce de petit fourneau, qui produit un charbon que je lessive ensuite avec facilité et promptitude dans des appareils à déplacement. En général, 100 parties de goémon frais représentent 20 parties de goémon sec, 5 parties de charbon et 3 parties de cendres ».

[1] Ed. MORIDE. — *Fabrication des charbons de varechs. Nouvelle méthode d'en extraire le brome et l'iode et de doser ce dernier corps au moyen des hyposulfites alcalins*, Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. LXII, Paris, 1866.

Mais l'auteur ne dit pas en quoi consiste ce fourneau, et une difficulté devait être de se procurer sur place le combustible pour le chauffer. Il s'étend sur la manière dont il extrait les substances utiles du produit de lixiviation du charbon obtenu. « Quant aux résidus charbonneux, ils sont pulvérisés, séchés, additionnés de phosphate de chaux, de sang, de chairs et d'autres matières animales qu'ils désinfectent et conservent. Ils constituent ainsi d'excellents engrais.

« Un fait digne de remarque, c'est que ces composés noirs, poreux, phosphatés, alcalins, fermentent facilement et deviennent de véritables nitrières artificielles, à la surface et à l'intérieur desquelles il est facile de recueillir de nombreux cristaux d'azotate de potasse, de chaux et d'ammoniaque ».

Avec ses 30.000 à 35.000 kilomètres de côtes déchiquetées, entrecoupées de baies, le Japon est particulièrement favorable au développement des Algues marines ; elles y sont méthodiquement exploitées et font l'objet d'une industrie et d'un commerce importants comme nous le verrons dans les chapitres suivants. Les Chinois et les Japonais en font une grande consommation pour leur nourriture ; on le savait depuis longtemps par les naturalistes et les voyageurs ; néanmoins, le célèbre rapport de Hugh Smith a plus que tout autre contribué à nous documenter à ce sujet. L'auteur, déjà connu par une notice d'érudition sur l'utilisation des Algues du Japon [1] publiée en 1894, reçut du gouvernement des Etats-Unis,

[1] Hugh M. Smith. — *The Fisheries of Japan. Utilization of Algæ*, Bulletin of the U. S. Fish Commission, 1893, Washington, 1894.

en 1903, la mission de l'étudier sur place, et a fourni un rapport très documenté paru en 1904. Deux ans plus tard, C.-J. Davidson, de l'ambassade anglaise à Tokyo, envoyait à son gouvernement un rapport sur la même question. Outre des renseignements puisés à la source, ces deux auteurs en ont aussi empruntés à un Mémoire du japonais Yendo que je n'ai pas eu entre les mains[1]. Ces rapports de Smith et de Davidson ont largement inspiré ceux qui ont écrit sur la question des Algues d'Extrême Orient et particulièrement de l'Agar Agar[2]; n'ayant moi-même aucune expérience personnelle sur ce qui concerne le Japon, j'imite mes devanciers, et j'aurai plus d'une fois l'occasion de citer ces deux rapports.

Le goémon est très utilisé au Japon pour l'engrais des terres. On en extrait l'iode seulement depuis peu de

[1] K. Yendo. — *Uses of marine Algæ in Japan*, Postelsia, St-Paul, 1902. — Hugh M. Smith. — *The Seaweed Industries of Japan* Bulletin of the Bureau of Fisheries, t. XXIV for 1904, Washington, 1905. — C.-J. Davidson. — *The Seaweed Industry of Japan*, Bulletin of Imperial Institute, t. IV, Londres, 1906. — Les Mémoires de Yendo et de Smith furent l'objet, en 1905, d'une conférence du professeur H.-M. Richards devant le *Torrey Botanical Club* (*Science*, t. XXI, 1905).

[2] H. Salle et Cie. — *L'industrie des Algues marines au Japon. Fabrication de l'Agar-Agar*, Annales de la Drogue et de ses dérivés, t. VII, Paris, 1912.

E. Perrot et C.-L. Gatin. — *Les Algues marines utiles et en particulier les Algues alimentaires d'Extrême-Orient*, Annales de l'Institut océanographique, t. III, Paris, 1912.

M. Radais. — *Rapport de la classe 54, section française*, Exposition universelle et internationale de Bruxelles 1910, Paris, 1912.

On trouvera aussi un bon compte rendu du rapport de Smit dans *La Géographie* (Bull. de la Société de Géographie) t. XIV, Paris, 1906.

temps, et Smith et Davidson sont sobres de détails sur cette industrie nouvelle pour le pays ; l'Etat protégea ses débuts, fit étudier les méthodes les plus économiques et les plus productives d'extraction et les Algues les plus riches. Les résultats furent très satisfaisants, cette industrie s'étendit rapidement et, d'importateur, le Japon devint exportateur.

En 1902	il exportait	3.000 kin	pour	1.500	livres sterling
» 1903	»	22.000	»	10.000	»
» 1904	»	52.000	»	27.000	»

Cependant, l'exploitation se faisait déjà moins rémunératrice, à cause de la concurrence, et peut-être aussi à cause de la pêche intensive des Algues qui en réduisait la quantité exploitable. Elles sont coupées à l'aide d'un couteau adapté à angle droit à une perche de bambou. On brûle aussi les plantes rejetées à la côte, mais celles qui sont coupées donnent un pourcentage supérieur. Comme chez nous, les Fucacées littorales ou voisines de la basse mer, représentées au Japon surtout par des *Sargassum*, sont moins riches en iode que les Laminaires, qui, comme chez nous aussi, croissent plus profondément et sont de récolte plus pénible ; ces dernières sont surtout les *Ecklonia cava*, *Eckl. bicyclis* et la série des Laminaires servant à la préparation du Kombu. Il semble qu'on évite au Japon la fabrication du salin en masse vitreuse. Après dessiccation, les Algues entassées sont brûlées à l'air libre ; on prend soin de ne pas laisser brûler trop violemment, de manière à obtenir des cendres ; quelquefois, elles sont brûlées dans des trous creusés dans le sable et tapissés d'une couche d'argile. D'autres fois, on les carbonise dans des fours de construction spéciale où l'ar-

rivée de l'air est empêchée ; cette carbonisation donne de meilleurs résultats, par ses sous-produits et par l'économie des fumées perdues. L'extraction s'effectue ensuite par évaporation des eaux de lavage qui donne les chlorures de potassium, de sodium, de magnésium ; l'acide sulfurique et le bioxyde de manganèse déplacent l'iode des eaux-mères. Les pêcheurs qui livrent leurs cendres aux usines pratiquent largement la fraude, en ajoutant du sable ou d'autres cendres. DAVIDSON ne donne pas de détails sur la construction des fours où s'opère la carbonisation.

Mais STANFORD imagina un autre procédé, de rendement encore meilleur disait-il, qui permettait d'extraire les sels, les matières organiques dissoutes, une nouvelle substance l'*algine*, et d'utiliser les résidus [1]. La méthode repose sur deux principes. D'une part, deux macérations dans l'eau froide suffisent pour enlever aux Algues la majeure partie des sels qu'elles renferment (*loc. cit.*, p. 256) ; l'extraction se fait par évaporation et cristallisations successives [2]. D'autre part, les grandes Algues brunes, et particulièrement les Laminaires fraîches, fournissent au contact de l'eau une matière glaireuse inco-

[1] E. C.-C. STANFORD. — *On Algin : a new substance obtained from some of the commoner species of marine Algæ*, Chemical news, t. XLVII, Londres, 1883. — L'auteur nomme le procédé des fours *Native process* ou *Kelp process*, le procédé par distillation *Char process* et celui par lixiviation *Wet process*.

[2] L'auteur publie des tableaux montrant la quantité de matière dissoute ou restante après six macérations, sans dire la durée de chaque opération.

lore, l'algine ou acide alginique, coagulable par les acides minéraux.

Les Laminaires, coupées en morceaux, macèrent donc dans de l'eau acidulée par HCl, où elles perdent une grande partie de leurs sels. Elles sont traitées ensuite par une solution alcaline, carbonate de sodium de préférence, qui s'unit à l'algine sous forme d'alginate de sodium sirupeux, et laisse l'Algue intacte ou désagrégée suivant la concentration de la liqueur alcaline. Le résidu cellulosique diffère de la cellulose vraie et l'auteur le nomme *algulose*[1]. Le liquide filtré, traité par un acide, précipite l'algine, que plusieurs dissolutions et coagulations successives purifient et que, finalement, on obtient incolore.

D'après STANFORD, les multiples et remarquables propriétés de la nouvelle substance, à l'état d'algine ou d'alginate de sodium, la rendent précieuse pour de nombreuses applications. L'auteur énumère divers alginates métalliques, simples ou doubles, solubles ou insolubles.

L'algine comprimée à l'état humide prend toutes les formes qu'on lui donne ; sèche, elle peut être taillée, polie, tournée.

L'alginate de sodium a 14 fois la viscosité de l'empois d'amidon, et 37 fois celle de la gomme arabique ; c'est le meilleur apprêt pour les tissus et le papier ; en teinture, il sert de mordant pour le coton et la laine ; en pharmacie, il émulsionne les huiles ; il désincruste aussi les chau-

[1] E.-C. STANFORD. — *Improvements in the Manufacture of Algin and other useful Products from Seaweeds*. Engl. Pat. 13.433, Octobre 1884. Résumé in Journal of Society Chemical Industry, t. IV, Manchester, 1885.

dières à vapeur, agglutine les briquettes de charbon ou autres ; c'est un vernis excellent, un isolant électrique de grande valeur... etc. Enfin, l'algulose, résidu de la préparation, mélangé à des fibres, donne un excellent papier. Comme on l'a vu, Stanford ne manquait pas d'une certaine hardiesse ; néanmoins, il indique l'algine avec quelque timidité pour l'alimentation humaine, comme épaississant des potages ou des puddings et pour remplacer la gomme dans la préparation des losanges et des jujubes. Gloess dit sans réserve qu'elle pourra être employée « comme matière alimentaire remplaçant les féculents » (*loc. cit.*, p. 173), et plus loin (*loc. cit.*, p. 177), la comparant à l'agar-agar, il dit : « L'algine, par contre, qui en sa plus grande partie est constituée d'un hydrate de carbone mucilagineux, non gélatinisant et de protéine, représente une matière vraiment nutritive » ; toutefois l'auteur nous laisse ignorer comment il s'est rendu compte de cette valeur nutritive ; son affirmation est peut-être une extension *a priori* de l'usage que les Chinois et les Japonais font des Laminaires.

Je n'ai fait qu'énumérer ces remarquables propriétés de l'algine et des alginates annoncées par Stanford ; le lecteur les trouvera moins sèchement rapportées dans les exposés de Watson Smith[1], Hugh M. Smith (*loc. cit.*), Setchell (*loc. cit.*), Turrentine (*loc. cit.*), Gloess (*loc. cit.*). L'algine et l'alginate de sodium sont d'une préparation facile avec une quelconque des Laminaires de nos côtes, fraîche ou sèche ; dans mes quelques essais, l'algine se coagulait aussitôt que le liquide alcalin devenait acide,

[1] Watson Smith. — E.-C.-C. Stanford's *new Method of treating Seaweed*, International inventions exhibition, London. Journal of the Soc. of chemical Industry, t. IV, Manchester, 1885.

toutefois, sa filtration était d'une extrême lenteur, et je n'ai pas réussi à la centrifuger.

Stanford proposait d'utiliser l'algulose, résidu de la préparation de l'algine, à faire du papier. D'après Cameron (*Fertilizer resources*, p. 45), on a fabriqué de très beau papier à écrire avec les grandes Laminaires du Pacifique ; pour remédier à l'absence de fibres, on recourait à des plantes désertiques, comme le Yucca commun de la Californie méridionale, et ce mélange donnait de bons résultats ; Cameron ne croit cependant pas à son avenir commercial. Il semble, en effet, que fabriquer de la pâte à papier avec des Algues ne peut être un but industriel, mais seulement un moyen de tirer parti des sous-produits ; le *Sacc. bulbosa*, qui renferme des fibres, serait peut être l'espèce la plus avantageuse à employer.

Le lecteur des pages précédentes a pu suivre l'évolution des idées et des procédés concernant les produits à retirer des Algues marines. Le Mémoire de Stanford sur l'extraction par lixiviation et sur l'algine était clair et d'un caractère bien personnel ; il était plus optimiste encore que celui où cet enthousiaste des plantes marines décrivait le procédé par distillation. Nous assistons ensuite à une avalanche de brevets concernant des modifications parfois un peu hâtives, avouées ou inconscientes, aux procédés de Stanford ; il en résulte un tel encombrement que j'ai renoncé à comprendre ce que ces brevets présentent de réellement original et même à les lire tous[1] ; certains portent d'ailleurs sur des détails si peu importants

[1] Déjà Moride disait en 1866 (*loc. cit.*) : « Bien des fois, on a cherché à retirer directement les sels solubles contenus dans les goëmons au moyen de la macération soit à chaud, soit à froid. »

en apparence que mon insuffisante éducation industrielle ne m'a pas permis d'en saisir la valeur; si l'intérêt ne ressort pas au premier coup d'œil, c'est peut-être qu'il en faudrait faire une étude plus approfondie. J'évite donc de les discuter ; j'en cite simplement quelques-uns, sans aucun souci d'être complet, et sans m'aventurer dans la recherche de la priorité.

Je trouve, par exemple, dans le *Journal of the Society of chemical Industry* que A. Krefting prend le brevet anglais 11.538 (27 mai 1896), qui semble différer de celui de Stanford surtout en ce que la macération des Algues dans l'eau acidulée par HCl est remplacée par une macération dans SO^4H^2 variant de 1 % à 6 % ; en outre, l'algine, ou acide alginique, est nommée « Tang-acid ». Dans une addition 12.275 du 31 mai 1898, la solution de carbonate de soude de Stanford est remplacée par une solution d'hypochlorite de soude. Le même jour, d'après une nouvelle addition (12.277), le même inventeur emploie, pour les macérations, des solutions ne dépassant pas 2 % à 3 % d'acide ou d'alcali. A. Krefting fait encore trois additions en juin 1898 ; celle du 2 juin (n° 12.416) concerne la filtration ; dans celle du 11 juin (n° 13.151) l'algine ou « tang-acid » au lieu d'être précipitée de la solution alcaline par SO^4H^2, est précipitée par un courant électrique ; dans celle du 14 juin (n° 13.289), les Algues, au lieu de macérer dans un liquide acide, macèrent dans l'eau de chaux.

Le même recueil fournit aussi l'indication de brevets anglais pris par des français. Ainsi, G. Laureau, le 7 avril 1894 (brevet 6.988) fait macérer les Algues dans des solutions de SO^4H^2 à 5 % ou de HCl à 10 % ; A. James, le 6 janvier 1897 (brevet 422) remplace la macé-

ration acide par la macération dans l'eau de chaux. On y trouve aussi résumé le brevet français 352.069, du 6 mars 1905, de Mme J.-H. Laureau, où les Algues, traitées par la chaux fusée ou par un lait de chaux, sont mises à durcir en petits tas abrités de la pluie ; on extrait ensuite les sels par lixiviation, évaporation... etc. Ce brevet a supporté quatre additions (peut-être davantage) : le 24 mars 1905, le produit de lixiviation est traité par un alun ou le sulfate d'alumine pour précipiter le « fucose » combiné à la base du réactif ; en ajoutant un peu de savon, on en fait un fucose-hydrofuge ; le 7 août 1905, avant ou pendant (*sic*) l'action du lait de chaux, on traite par des acides de toutes sortes et simultanément par du pétrole ou du coaltar, ou de la benzine, ou des huiles lourdes ; le 14 octobre 1905, on traite tout d'abord par ces hydrocarbures ; le 2 mai 1911, l'alun peut être ajouté à l'état solide ou en solution.

Tous ces brevets et additions visent l'extraction et l'utilisation totale de ce que les plantes marines peuvent fournir ; P. Gloess exagère donc quand il dit en 1916 (*loc. cit.*) : « Je tiens aussi à faire remarquer que l'exploitation des plantes marines n'a jusqu'à présent pas fait l'objet d'extractions simultanées de tous les éléments contenus en elles. En extrayant la matière organique mucilagineuse, les sels minéraux et l'iode ont été perdus et, en extrayant les sels minéraux et l'iode, la matière organique mucilagineuse a été perdue ».

P. Gloess a conçu un traitement dont le principe « consiste à scinder la matière organique iodée et bromée par l'action d'un agent oxydant en milieu acide et à séparer en même temps la matière mucilagineuse brute des

éléments qui l'accompagnent » (*loc. cit.*, p. 174), et qui fait l'objet de brevets français et additions, allemand, autrichien, belge, anglais, norvégien, américain et japonais. Toutefois, l'auteur ne dit pas quelles sont les substances mises en action dans ce traitement. Je l'ai appris en lisant le brevet français n° 470.943 (du 27 juin 1913). Le premier liquide de macération, acide ou neutre, qui extrait l'iode et les sels, contient un oxydant : solution de peroxyde d'hydrogène ou solution de chlore[1] ; le second liquide, qui extrait l'algine, est rendu alcalin par le peroxyde de sodium ou l'hypochlorite de soude.

Dans la discussion qui suivit la communication faite par Hendrick à la *Society of chemical Industry* en avril 1916, W.-G. O'Beirne fit observer que ni l'algine ni l'algulose obtenus dans le traitement par lixiviation (*Wet process* de Stanford) n'avaient eu de succès commercial. Il est à souhaiter que les essais récents faits en France soient plus heureux. Dans son Mémoire sur le goémon paru en 1913, Delage (*loc. cit.*, p. 7) dit : « dans la région de Saint-Brieuc, une maison allemande expédie à Hambourg environ 3.000 tonnes de goémon frais, dont l'agriculture et l'industrie nationale sont ainsi privées, tandis que la maison allemande, qui traite ces goémons pour l'extraction de la Norgine[2], fait 15 millions d'affaires dont profite ce pays, à qui nous rachetons une partie de la Nor-

[1] D'après Lapicque (*loc. cit*) ce serait de l'eau acidulée par « l'acide chlorhydrique ordinaire, contenant par conséquent un peu de chlore ».

[2] Probablement quelque chose de semblable à l'algine de Stanford. Cette société transformait sans doute d'autre goémon que celui de Saint-Brieuc, car 3.000 tonnes de goémon frais ne peuvent fournir 15 millions de marchandise.

gine extraite de nos goémons ». D'après GLOESS (*loc. cit.*), cette entreprise austro-allemande a son siège à Aussig en Bohême et « nonobstant le prix relativement élevé que cette maison exige pour son produit, celui-ci a néanmoins trouvé un grand intérêt, comme matière apprêtante, particulièrement dans l'industrie textile ». Depuis, j'ai vu ces phrases de DELAGE et de GLOESS citées çà et là pour montrer les bénéfices à attendre de l'exploitation des Algues marines. En cherchant à me procurer des renseignements sur le genre de travail de la Société *la Norgine*, j'ai appris qu'elle est en liquidation depuis 1910.

D'autre part, on se rappelle que, dans le procédé par incinération, HENDRICK attribue au séchage à l'air une part importante dans la perte en iode et surtout en potasse; il a donc cherché dans un but désintéressé, et pour être utile à l'industrie, à extraire ces substances sans séchage ni incinération. Après avoir constaté que les Laminaires fraîches, coupées en morceaux et soumises à la diffusion dans l'eau froide, à contre courant, comme on traite les betteraves pour en retirer le sucre, laissent passer dans l'eau 80 % de potasse et 50 % à 60 % d'iode, il cherche à obtenir un meilleur rendement à chaud. Les Laminaires, hachées menu, sont soumises à l'action de la vapeur d'eau pendant une demi-heure dans l'autoclave à 150° ; la masse est alors beaucoup moins visqueuse qu'à froid et le liquide se laisse exprimer plus facilement. L'auteur comprime la masse sous une presse à vis, puis mouille, presse de nouveau, et obtient 90 % de la potasse et de l'iode, sinon davantage ; il croit que des appareils industriels pourraient augmenter ce rendement de laboratoire. Malheureusement, si la forte proportion de matière organique qui passe dans le liquide ne gêne pas l'extraction de l'iode, elle gêne

beaucoup celle de la potasse. L'auteur ne semble pas s'être préoccupé de l'algine.

L'exploitation industrielle des Algues brunes eut donc pour premier objet l'obtention du carbonate de soude, puis, après l'invention de la soude artificielle par LEBLANC, l'extraction de la potasse et de l'iode. Plus tard, ces deux produits ayant pu être retirés de minerais, à moindres frais, la récolte du goémon de fond eût été abandonnée sans l'intervention du Syndicat qui, en restreignant la production chilienne, donne à l'iode une valeur commerciale artificielle et prélève d'énormes bénéfices sur le consommateur. Les nécessités de la guerre nous ont contraints de nouveau à l'exploitation intensive des Algues. Sans faire de pronostics sur l'avenir de cette industrie, il semble néanmoins que l'extraction des sels de potasse des plantes marines va devenir, pour des Français, aussi peu avantageuse que l'extraction du sel marin ou du carbonate de soude. Les gisements potassiques découverts en Alsace en 1904, et dont l'exploitation commençait à peine au début de la guerre, seront encore plus avantageusement exploités que ceux de Stassfurt, car, leur carnallite ayant perdu une partie de son chlorure de magnésium, la potasse s'y rencontre surtout sous forme de chlorure de potassium ; MATIGNON estime qu'ils suffiraient à la consommation mondiale pendant 300 ans. Plus récemment encore, en 1911, on a découvert à Soria (Espagne) un gisement puissant de sels potassiques qui s'étend sur 20.000 hectares dans les provinces de Barcelone et de Lerida, à des profondeurs variant de 100 à 1.100 mètres ; on y rencontre de la carnallite sur une épaisseur moyenne de 80 mètres et de la sylvinite sur une épaisseur moyenne

de 20 mètres ; il est la propriété d'un groupe franco-belge (Compagnie bordelaise des produits chimiques et Usines Solvay). La demande européenne s'accroîtra certainement dans des proportions considérables, mais les Etats-Unis, grands consommateurs de potasse, peuvent trouver dans leur goémon géant plus qu'il ne leur est nécessaire pour l'usage agricole. Quant à l'iode, le Chili ne fournit qu'une partie de ce qu'il pourrait produire et ses gisements, dit-on, permettront l'exploitation pendant un siècle encore. Enfin, nous verrons, au chapitre concernant l'utilisation des Algues rouges, que les Russes extraient maintenant l'iode des Algues de la mer Noire, et qu'ils se promettent d'en produire beaucoup.

L'exploitation du goémon géant par les Américains, exposée dans les pages précédentes, était prévue avant la guerre et pour des buts de temps de paix. La guerre survenant, ils l'ont rapidement adaptée à la fabrication des produits demandés par les armées [1]. Les Laminaires servirent à obtenir de l'acétone, dissolvant du coton-poudre, qui entre pour 75 % dans la composition de la Cordite, à fabriquer aussi de la poudre noire, un vernis pour les ailes d'aéroplanes, etc.

Une compagnie créa une usine immense au sud de San Diego ; il s'agissait d'aller vite, on n'avait pas de méthode définitive, et chaque mois modifiait la technique suivie le mois précédent ; au fur et à mesure, de nouvelles machines remplaçaient celles qui étaient en service. Naturellement, la valeur commerciale des produits obtenus ne

[1] E.-C Crossman. — *Sea-Weed for War*, Scientific american, 74e année, New-York, 21 septembre 1918.

payait pas le coût de cette installation, mais celle-ci a rendu possible l'exécution de commandes de cordite qui ont payé le tout. Onze cents ouvriers y travaillaient jour et nuit. La vue d'ensemble de l'usine, publiée par le *Scientific american*, donne l'impression d'une entreprise gigantesque. En sus des chambres de décantation, l'usine comprenait 156 réservoirs de digestion, en bois, contenant chacun 50.000 gallons (de 4 litres 5) et 9 réservoirs d'emmagasinement, de 400.000 gallons chacun. On y obtenait la potasse et l'acétone par fermentation, d'où l'épouvantable odeur qui s'en dégageait.

Une moissonneuse, à trois tabliers roulants contigus travaillant simultanément, construite d'après le principe exposé par CAMERON, fauchait les Laminaires. La matière macérée sur le bateau était pompée dans des bacs qui l'amenaient à l'usine, où elle était versée dans les réservoirs de digestion ensemencés avec un peu de liqueur mère et chauffés, par la vapeur, à la température convenable pour la fermentation. Après trente jours de fermentation, on filtre pour séparer les débris des plantes, et des pompes envoient le liquide filtré dans d'autres cuves où la fermentation est arrêtée par de la chaux. Le liquide, concentré par la chaleur, et débarrassé de ses matières boueuses, est alors envoyé dans la « maison chaude et froide » comprenant une double rangée de réservoirs verticaux, un côté chaud et un côté froid. Les sels à acétone se précipitent du côté chaud, entraînant beaucoup de potasse, le chlorure de potassium à plus de 90 % de pureté se précipite du côté froid ; les sous-produits sont l'iodure de potassium, l'alginate de sodium dérivé des matières boueuses ; la boue elle-même, qui contient des éléments fertilisants, est employée à la fumure

des vergers. Quand l'auteur de l'article où ces renseignements sont puisés visita l'usine en 1917, elle traitait environ 1.200 tonnes de goémon par jour et était construite pour en traiter 1.500; elle produisait 13 tonnes de chlorure de potassium à 95 % et environ 350 gallons d'acétone par jour.

Une réclame parue dans le *Scientific american* (14 décembre 1918) disait que la compagnie (*Hercules Powder C°*), après avoir dépensé plus de 5 millions de dollars à San Diego pour les fabrications de guerre, désirait continuer celles-ci, beaucoup de ses produits pouvant servir à des œuvres pacifiques. Les produits énumérés sont : Acétate d'éthyle. Propionate d'éthyle, Butyrate d'éthyle, Acétone, des Cétones, Anhydride acétique, Acide propionique, Acide butyrique, Acide valérique, Acide isovalériqne, Valérates, Valérate d'éthyle, Acide caproïque, Iode.

Crossman termine son article en disant que du Kelp, comme du goudron de houille, on n'a sans doute pas obtenu tout ce qu'on peut extraire. Il cite le cas d'un chimiste de Los Angeles qui prétend en retirer une teinture belle et inaltérable, et d'un autre chimiste qui en retire une eau minérale de qualité supérieure !

En France, Kayser a étudié la transformation des hydrates de carbone des *L. saccharina* et *L. flexicaulis* en alcool par des levures de distillerie [1].

Les Algues séchées, coupées en petits morceaux, étaient soumises à l'action de l'eau acidulée par HCl ou par SO^4H^2, chauffées à 100° ou dans l'autoclave à 120°. Au

[1] Kayser. — *Utilisation des Algues marines pour l'obtention d'alcool*, Feuille d'informations du Ministère de l'Agriculture, Paris, 3 décembre 1918.

moment d'introduire les levures, il est bon d'ajouter un peu d'azote organique (touraillons) qui facilite la fermentation et augmente le rendement alcoolique. L'auteur calcule que 100 kgs d'Algues sèches fourniraient au minimum 15 litres d'alcool. Au lieu d'alcool, on pourrait obtenir de l'acide lactique « produit conservateur qui est appelé à un emploi beaucoup plus grand dans l'avenir », en soumettant le liquide de macération à la fermentation lactique, au lieu de la fermentation alcoolique.

L'auteur termine ainsi son exposé : « Les vinasses restant peuvent toujours servir, après l'enlèvement de l'alcool, à la récupération des différents principes minéraux (potasse, iode, etc., etc.). L'exploitation rationnelle et méthodique des Laminaires, basée sur des procédés industriels perfectionnés, pourra ainsi donner lieu à une nouvelle industrie en apportant un supplément de bénéfices très rémunérateur ».

J'ai insisté précédemment sur l'intérêt que présenterait une étude plus scientifique de la répartition des sels, reposant sur des notions morphologiques. L'extraction des composés organiques, ou de leurs dérivés, conduit à dire quelques mots de la constitution chimique de la membrane et des substances organiques incluses dans la cellule ; le tout est d'ailleurs insuffisamment connu.

Ces composés étant pour la plupart des *hydrates de carbone*, je rappelle d'abord quelques principes généraux qui trouveront aussi leur application dans l'étude des Algues rouges et dans l'interprétation des expériences sur la digestibilité des Algues pour l'homme et pour les animaux. Il ne s'agit nullement de faire ici une étude chimique, mais seulement de définir un certain nombre de mots de la

nomenclature chimique pour faciliter la lecture des travaux où ces notions sont supposées connues.

Les *hydrates de carbone* sont des composés ternaires de carbone, hydrogène, oxygène, où les atomes de H et de O sont associés dans la proportion qui caractérise l'eau, H^2O; leur formule générale est donc $C^n H^{2m} O^m$ ou $C^n (H^2O)^m$ dans laquelle m et n sont variables Ce terme commode et autrefois d'un usage général, a vieilli ; les naturalistes s'en servent encore couramment, mais les chimistes le remplacent souvent par *Sucres* ou *Saccharides*. Ces corps ont de nombreux isomères, c'est-à-dire que la même composition chimique brute donnée en C, H, O, s'applique à de nombreux états qui diffèrent entre eux par un mode de groupement des atomes dans la molécule, ce qui entraîne des propriétés chimiques et physiologiques différentes. Certains de ces groupements existent tout formés chez les Algues, d'autres sont des produits de transformation sous l'influence des diastases, des acides, de la chaleur... etc. On dit, en particulier, qu'il y a *hydrolyse* quand la molécule de sucre se dédouble et s'hydrate en présence d'un excès d'eau et d'une minime quantité d'une diastase, ou d'un acide énergique bouillant. Il y a des *sucres hydrolysables* et des sucres *non hydrolysables*. La valeur du pouvoir rotatoire, gauche ou droit, avant ou après l'hydrolyse, fournit l'une des caractéristiques auxquelles on recourt pour déterminer la nature d'un sucre [1].

[1] Les lettres *d* et *l*, abréviations de dextrogyre et lévogyre, dont on fait souvent précéder le nom de tel ou tel sucre, n'indiquent pas la propriété dextrogyre ou lévogyre du sucre lui-même mais celle du composé dont il dérive , la lettre *i* indique un troisième isomère inactif, dit racémique. Les lettres α, β, γ, indiquent des dispositions atomiques différentes de la molécule.

Les chimistes distinguent des *sucres simples* ou *monosaccharides*, des *dissacharides* ou *bioses*, des *trisaccharides* ou *trioses*, des *polysaccharides* ou *polyoses*, selon le degré de condensation de la molécule. Tous ces corps ont plusieurs fonctions alcooliques. Les uns et les autres se divisent en *aldoses* et en *cétoses* selon que l'on veut distinguer les sucres aldéhydiques de leurs isomères cétoniques, mais nous n'aurons pas à nous occuper de cette distinction [1].

Les *monosaccharides* [2] sont des sucres *non hydrolysables*; on les appelle aussi *sucres réducteurs* parce qu'ils donnent avec de la *liqueur de Fehling*, à chaud, un précipité rouge d'oxyde cuivreux. Ils ne sont cependant pas les seuls sucres réducteurs, car le lactose et le maltose, qui n'ont pas bloqué les fonctions aldéhydiques de leurs générateurs hexosiques dans leur condensation, réduisent aussi la liqueur de Fehling [3]. Traités à chaud et en présence de l'acide acétique par la *phénylhydrazine*, qui est à la fois un réducteur énergique et un déshydrogénant se combinant avec les aldéhydes et les acétones, ils donnent un précipité de *phénylosazone*, ou simplement *osazone*, de couleur jaune, dont la solubilité, la forme cristalline et le point de fusion (au bloc Maquenne) caractérisent la nature du sucre en expérience.

[1] Une partie des renseignements qui suivent est empruntée au livre de MAQUENNE : *Les sucres et leurs principaux dérivés*, Paris, 1900. Pour la partie pratique, voir G. BERTRAND et P. THOMAS, *Guide pour les manipulations de chimie biologique*, Paris, 1910.

[2] Certains réservent le terme ou la désinence *saccharide* aux produits de condensation ; ils appellent les *monosaccharides* des *glucoses*, à tort, puisque les pentoses y rentrent aussi.

[3] Dans ce cas, la quantité d'oxyde cuivreux obtenue est naturellement moindre que si le lactose ou le maltose ont subi l'hydrolyse.

On les nomme d'après le nombre de leurs atomes de carbone. Deux sortes nous intéressent : les *hexoses*, de formule $C^6H^{12}O^6$, et les *pentoses*, de formule $C^5H^{10}O^5$, qui comprennent les *méthylpentoses* $C^6H^{12}O^5$, où un atome de H est remplacé par le radical CH^3. Par certaines réactions, on sait changer les pentoses en hexoses et réciproquement. On distingue, en outre, des *tétroses* $C^4H^8O^4$ et des *heptoses* $C^7H^{14}O^7$.

Les hexoses et les pentoses se caractérisent et se distinguent les uns des autres : 1° par leur phénylosazone ; 2° par le réactif phloroglucine-acide chlorhydrique concentré qui donne la coloration rouge cerise du furfurol ; 3° par le réactif de Bertrand, Orcine-acide chlorhydrique concentré, qui donne, à chaud, avec les pentoses une coloration violet-bleu, et avec les hexoses et les méthylpentoses une coloration rouge orangé ; on utilise, en outre, d'autres réactions colorées, celle de Bial, par exemple, assez délicate, mais qui donne des renseignements précis. Enfin, l'on trouvera, dans une note de Denigès, un tableau des réactions colorées permettant de distinguer les uns des autres les divers hexoses et les divers pentoses à l'aide du naphtol α et du naphtol β[1].

Les *hexoses* se rencontrent chez les végétaux, à l'état libre ou sous forme de produits de condensation tels que les bioses, les trioses et les polysaccharides nommés *glucosanes*, *mannanes*, *galactanes*..., etc., suivant la nature des monosaccharides qui résultent de leur dédoublement.

Citons parmi les *hexoses* : Le *glucose* ou *dextrose*, le

[1] G. Denigès. — *Diagnose différentielle, à l'aide des naphtols, des divers sucres hexosiques et pentosiques*. Bulletin des travaux de la Société de pharmacie de Bordeaux, Bordeaux, 1908.

plus abondant de tous les sucres dans la nature, qui prend aussi naissance dans l'hydrolyse de la plupart des polysaccharides (amidon, cellulose, etc.), ou des disaccharides (saccharose, maltose, etc.), soit pur, soit mélangé à ses isomères. Les hydrazines donnent avec le glucose, comme d'ailleurs avec les autres hexoses, deux sortes de combinaisons, les *hydrazones* et les *osazones*. Le *fructose* ou *lévulose*, abondant surtout dans les fruits. Le *galactose*, l'un des produits de l'hydrolyse du sucre de lait, n'est pas connu à l'état libre dans la nature[1], mais ses produits de condensation, *galactanes*, *galacto-arabanes*, *galacto-glucosanes*, y sont fréquents ; il résulte de leur hydrolyse. Le galactose, ou l'un quelconque de ses dérivés, traité par l'acide nitrique bouillant, donne de l'*acide mucique* reconnaissable à ses cristaux.

Les *Pentoses*, moins bien étudiés que les hexoses, et inconnus à l'état libre dans la nature, sont très répandus chez les végétaux sous la forme de produits de condensation ou *pentosanes*, comme l'*arabane* ou le *xylane*.

Citons parmi les pentoses : L'*arabinose*, ou sucre de gomme, le *xylose*, ou sucre de paille, qui résultent de l'action des acides étendus sur la gomme et sur les principes pectiques associés à la membrane.

Les *Méthylpentoses* sont encore moins bien connus.

Citons parmi les méthylpentoses : Le *rhamnose* appelé aussi *isodulcite*, parce qu'avant de le ranger parmi les sucres réducteurs, on le plaçait dans la famille des *mannites*. Le *fucose*, isomère du *rhamnose*, s'obtient en saccharifiant, par l'acide sulfurique à 3 %, les grandes Algues

[1] Il est bon, toutefois, de faire une restriction au sujet du *cérébrose*, isolé par Thudicum dans le cerveau, et identifié depuis avec le galactose.

brunes préalablement lavées à l'acide chlorhydrique et à l'eau ; après diverses manipulations, on précipite le fucose à l'état d'hydrazone par la phénylhydrazine, et l'on régénère par l'acide chlorhydrique. Le fucose agit un peu moins fortement que le glucose sur la liqueur de Fehling.

Les *sucres hydrolysables*, di-, tri- ou polysaccharides, se dédoublent par hydrolyse en sucres réducteurs, et par conséquent réduisent la liqueur de Fehling après avoir subi l'ébullition avec un acide étendu, même lorsque, comme c'est le cas pour le saccharose, ils ne la réduisent pas avant toute hydrolyse ; certaines diastases produisent le même effet.

Les *disaccharides* $C^{12}H^{22}O^{11}$ donnent 2 molécules de sucres réducteurs ; ce sont des sucres comme le *saccharose* ou sucre de canne, le *maltose*, produit de dislocation de la molécule complexe d'amidon, le *tréhalose*, appelé aussi *mycose* parce qu'il est commun chez les Champignons, et qui a été signalé chez plusieurs Algues marines.

Les *polysaccharides* se dédoublent par hydrolyse en plusieurs molécules de sucres réducteurs, mais, leur poids moléculaire étant mal connu, on ne leur donne pas une formule correspondant à celle des disaccharides. Suivant que leur hydrolyse fournit des hexoses ou des pentoses, on les écrit $(C^6H^{10}O^5)^n + mH^2O$ ou $(C^5H^8O^4)^n + m\ H^2O$, formules où n et m représentent des nombres entiers indéterminés. Ces formules approximatives s'appliquent à de nombreux composés organiques, amidon, gommes, etc. Pour les désigner, on emploie souvent la désinence caractéristique *ane*. Ainsi, les *polypentoses* sont des *pentosanes* (*arabane*, *xylane*), les *polyhexoses* sont des *hexosanes* (*glucosane*, *mannane*, *galactane*) ; les polysaccharides

qui, comme les mucilages, donnent à la fois plusieurs sucres bien définis, reçoivent un nom composé : *arabino-galactane*, *xylo-galactane*, etc. ; dans la nature, les arabanes sont généralement mélangés à des galactanes, tandis que les xylanes accompagnent de préférence les glucosanes.

Les *pentosanes* se rencontrent chez toutes les Phanérogames, où ils constituent en particulier la matière incrustante du bois et les sécrétions gommeuses. On ne sait pas les obtenir à l'état de pureté, et on ignore même la valeur approximative de leur poids moléculaire, mais *n*, dans leur formule, est sûrement un nombre élevé. Ils se changent partiellement en furfurol par distillation avec les acides étendus ; ils donnent les mêmes réactions que les pentoses avec la phloroglucine ou l'orcine chlorhydriques. Ils ne fermentent pas, et sont imparfaitement digestibles.

L'*arabane* (*arabine*, *acide arabique*, *acide gummique*) de la gomme arabique est insoluble dans l'alcool, mais l'alcool ne le précipite de ses solutions qu'en présence d'un acide ou de sels minéraux ; il donne de l'acide mucique par l'oxydation nitrique, ce qui paraît assez surprenant, car l'arabane est formé par la condensation de sucres en C^5, tandis que l'acide mucique est hexacarboné. La matière pectique, étudiée chez les betteraves et les carottes, renferme de l'arabane sous sa modification insoluble dans l'eau (*pararabine* de Reichardt).

Le *xylane*, ou gomme du bois, s'extrait de la sciure de bois, de la paille hachée et, d'une manière générale, de tous les produits végétaux qui donnent du xylose par ébullition avec les acides.

Les chimistes (Tollens, etc.), qui ont découvert le mé-

thylpentose nommé *fucose*, admettaient que sa substance mère serait un *fucosane*, mais ce terme ayant déjà une acception botanique bien déterminée, KYLIN propose de remplacer le mot *fucosane* des chimistes par celui de *fucane* s'appliquant à ce *méthylpentosane*.

Les *hexosanes* qui nous intéressent comprennent des *galactosanes* ou *galactanes* et des *glucosanes*, selon que leur hydrolyse fournit du *galactose* ou du *glucose*.

Les *galactanes*, produits de condensation du *d. galactose*, assez communs chez les végétaux, sont des substances amorphes, de poids moléculaire indéterminé, qui donnent une grande quantité d'acide mucique à l'oxydation. On distingue les α *galactane*, β *galactane*, γ *galactane*. Les *gommes* et les *mucilages* végétaux (*mucilage de Carragaheen*..., etc.), sont généralement des mélanges qui renferment à la fois un *galactane* et un *arabane* et des *matières pectiques* qui donnent aussi quelquefois du *xylose* par hydrolyse. TOLLENS a proposé de remplacer le nom de *gélose*, donné par PAYEN à une substance que renferment les Algues rouges, par celui de δ *galactane*, pour éviter sa confusion avec un sucre proprement dit ; nous aurons l'occasion de reparler de la gélose au chapitre suivant.

Les *glucosanes* sont les plus répandus de tous les polysaccharides végétaux ; l'hydrolyse les transforme totalement ou partiellement en glucose ordinaire, et l'oxydation nitrique donne de l'*acide saccharique*. Les plus importants sont l'*amidon* et la *cellulose* qui répondent l'un et l'autre à la formule $(C^6H^{10}O^5)^n$ dans lequel n est un nombre entier, indéterminé, mais grand, car la molécule de l'amidon renferme probablement plus de 100 atomes de C, et celle de la cellulose encore davantage. Toutefois,

d'après MAQUENNE, l'amidon renfermerait une molécule d'eau de plus que ne l'indique cette formule générale.

L'*amidon* est un produit figuré de l'assimilation chlorophyllienne que l'eau iodée colore directement en bleu. Il manque chez les Algues brunes et se présente avec des caractères particuliers chez les Algues rouges. Son hydrolyse donne souvent d'abord de l'*amidon soluble* ou *amylo-dextrine*, puis du *maltose*, accompagné de *dextrines*, et finalement du *d. glucose*.

La *cellulose* constitue la majeure partie des parois cellulaires des végétaux supérieurs et s'y trouve mélangée ou combinée à bien d'autres principes, insolubles comme elle, et appartenant à des groupes différents ; c'est ce qui rend son étude si difficile. Elle est soluble dans le réactif cupro-ammoniacal. Elle est colorable en bleu par l'iode, après traitement préalable par l'acide sulfurique concentré, et ceci prouve sa complexité plus grande que celle de l'amidon, puisqu'elle prend le caractère de celui-ci seulement après dislocation moléculaire. Son hydrolyse finale fournit du *glucose* et pas de *maltose*. Le terme assez vague d'*hémicellulose* s'applique à des polysaccharides complexes, insolubles dans l'eau, ne se changeant jamais en sucre par les diastases, et capables d'hydrolyse par l'ébullition avec des acides minéraux dilués ; les hémicelluloses peuvent comprendre des *pentosanes* et des *hexosanes*.

La *pectose*, encore très mal définie au point de vue chimique, est peut-être un état particulier de la cellulose en mélange avec d'autres substances (pentosanes, arabinose, galactose).

Elle s'unit à la cellulose dans beaucoup de membranes végétales et s'en distingue par son non bleuissement par

l'iode et SO^4H^2 concentré. Transformée en *pectine* ou *acide pectique*, et unie à la chaux (*pectate de chaux*), elle forme le ciment qui unit les cellules entre elles. A l'inverse de la cellulose, les *composés pectiques* donnent de l'*acide mucique* par l'oxydation nitrique.

L'étude chimique des produits obtenus par l'action des agents ou des réactifs ne sépare pas toujours suffisamment ce qui appartient à la membrane cellulaire de ce qui appartient au contenu cellulaire. C'est cependant essentiel pour comprendre le rôle que les diverses substances extraites jouent dans la constitution ou dans la vie de la plante ; l'étude chimique et l'étude microscopique doivent se contrôler mutuellement. La compétence algologique et chimique de KYLIN donnent un intérêt particulier à ses recherches.

On sait, surtout depuis MANGIN, que la paroi cellulaire des Phanérogames est composée de cellulose et de composés pectiques (surtout pectose et pectate de calcium) ; la cellulose constitue la partie interne, en contact avec le protoplasme, tandis que les composés pectiques constituent la lamelle moyenne, autrement dit le ciment commun aux cellules contigües ; entre la couche interne et la couche externe, la proportion relative des deux constituants varie. Il en est de même chez les Fucacées (*A. nodosum*, *F. serratus*, *F. vesiculosus*) et les Laminaires (*L. saccharina*, *L. flexicaulis*, *L. Cloustonii*) étudiées par KYLIN. En outre, la matière intercellulaire (que j'ai appelée *cœnoglée* chez les Laminaires) y prend un grand accroissement, comme si les cellules baignaient dans une matière gélifiée. L'action de l'iode et de l'acide sulfurique concentré (2 vol. SO^4H^2 + 1 vol. H^2O) colore en bleu la couche interne cellulo-

sique, mais ne colore pas le reste de la membrane. Ce reste, qui se colore en bleu par l'action de l'iode et de l'acide sulfurique étendu (1 $^0/_0$), est un mélange de composés pectiques ; KYLIN en caractérise deux : l'*algine* et la *fucine* de van WISSELINGH ; en réalité, la *fucine* seule se colore ainsi en bleu, mais l'analyse microscopique ne sépare pas les deux substances intimement mélangées dans la membrane[1] ; l'algine, qui a les réactions des pentoses, est une combinaison de l'*acide algique*, et la fucine est une combinaison de l'*acide fucique* avec le calcium. La fucine parait manquer chez les Algues brunes filamenteuses (*Asperococcus bullosus*, *Ectocarpus siliculosus*, *Elachistea fucicola*, *Spermatochnus paradoxus* et *Sphacelaria cirrosa*). Une troisième substance pectique, la *fucoïdine*, sel de calcium de l'*acide fucoïdique*, constitue le mucus des canaux mucifères des Laminaires, et la cœnoglée intercellulaire ; assez soluble dans l'alcool à 20-30 $^0/_0$, insoluble dans l'alcool à 50 $^0/_0$, la *fucoïdine* donne les réactions des pentoses et des méthylpentoses. Le méthylpentose *fucose*, dont il a été question plus haut, dérive de la fucoïdine qui contient, en outre, un pentose non encore déterminé.

L'*algine* de STANFORD, le *tangsäure* ou *acide tangique* (*tang-acid*) de KREFTING, l'*acide laminarique* de SCHMIEDEBERG sont vraisemblablement des mélanges d'*acide algique*, *d'acide fucique* et peut-être aussi de *fucoïdine*. S'il en est ainsi, on regrettera que KYLIN conserve à une partie le nom que STANFORD donnait à un ensemble ; il eût paru

[1] La teinte prise par la *fucine* varie selon la quantité d'acide employée ; elle est bleue avec 1 $^0/_0$, bleue violette avec 10 $^0/_0$, violette avec 25 $^0/_0$, rouge avec 50 $^0/_0$; l'addition d'eau fait revenir la teinte rouge au bleu.

préférable de changer le nom de l'algine, en conservant à ce nom un sens industriel.

L'hydrolyse des parois cellulaires fournit toujours des pentoses ; il n'est pas certain qu'elle fournisse des hexoses ; Kylin a recherché le mannose et le galactose sans en trouver. Le glucose, que Bauer prétendait contenu dans le mucus des Laminaires, proviendrait d'une substance intracellulaire, la *laminarine*.

Voyons maintenant divers composés inclus dans la cellule.

On sait par Stenhouse, depuis 1844, que les grandes Algues brunes contiennent de la *mannite*[1]. Cette substance se rencontre chez les Champignons seulement après dessiccation, et elle semble due à une transformation du tréhalose. Il n'en serait pas de même chez les Algues brunes, où Kylin la rencontre après dessiccation de la plante et aussi sur le vivant. D'après Stenhouse, le *Laminaria saccharina* en fournit 12.15 % du poids sec, mais ce pourcentage est trop élevé il comprend des sels mélangés ; le *L. flexicaulis* en renferme autant que le *L. saccharina*. *L'Halidrys siliquosa* en renferme 5 à 6 %, et le *F. vesiculosus* seulement 1 à 2 %. Présente chez toutes les

[1] La mannite, sucre de formule $C^6H^{14}O^6$, n'est pas un hydrate de carbone, c'est un alcool hexatomique ; elle ne réduit pas la liqueur de Fehling, elle est lévogyre ; on en obtient du *mannose* $C^6H^{12}O^6$ de propriétés voisines de celles du glucose. Gaulthier de Claubry qui avait étudié l'efflorescence de goût sucré des *L. saccharina* et *digitata* et de l'*Halidrys*, disait (*loc. cit.*, p. 130) que « le sucre [illegible] diffère essentiellement de celui de la canne : il paraît être absolument analogue à celui que MM. Fourcroy et Vauquelin ont retiré du sucre de l'oignon (*Allium Cepa*), et au sucre cristallisable de la manne ».

les Algues brunes étudiées, la mannite paraît manquer chez les Floridées et les Chlorophycées.

Toutes les fois que l'on chauffe une coupe, ou des portions du thalle d'une Algue brune, avec la liqueur de Fehling on observe un dépôt d'oxyde de cuivre. Néanmoins, ceci ne prouve pas la présence de sucres réducteurs. En effet, la *fucosane*, substance parfois abondante sous forme de *globules* dans leurs cellules, jouit de la même propriété[1]; ce sont les *grains de fucosane* de Hansteen, les *physodes* de Crato, reconnaissables à leur coloration rouge par la vanilline chlorhydrique, à leur noircissement par l'acide osmique, à leur coloration facile et intense par le bleu de méthylène. Les globules contiennent vraisemblablement plusieurs substances dissoutes dans l'eau, dont la principale, la fucosane, un hydrate de carbone pour Hansteen, est voisine des tanins pour Kylin, bien qu'elle ne précipite pas par le perchlorure de fer ; ils apparaissent à la surface des chromatophores, puis s'en séparent pour rester dans le protoplasme ; la fucosane ne serait pas un produit direct de l'assimilation, mais se formerait aux dépens de la *laminarine* ; la *phycophéine*, ou pigment brun des chromatophores, est de la fucosane oxydée.

Le *glucose* est en quantité insignifiante, 0,1 à 0,2 % du poids sec ; sa présence n'a qu'un intérêt théorique, au point de vue de l'assimilation chlorophyllienne. Il n'existe chez les Algues brunes, parmi les disaccharides, ni saccharose, ni maltose, ni tréhalose, mais une quantité mi-

[1] Hansteen a vu les globules de fucosane, mais la substance qu'il a retirée de la plante et qu'il a analysée chimiquement ne serait pas de la fucosane ; ce serait un mélange de fucoïdine et de laminarine.

nime d'une espèce inconnue, déviant à gauche le plan de polarisation, que KYLIN nomme *laminariose* sans avoir pu l'isoler.

En 1885, SCHMIEDEBERG a extrait de plusieurs Algues brunes un polysaccharide, une sorte de dextrine, disait-il, auquel il attribuait la formule $10(C^6H^{12}O^6) - 9H^2O = C^{60}H^{102}O^{51}$ et qu'il nomma *laminarine*. C'est une poudre blanche inodore, facilement soluble dans l'eau, non colorable par l'iode, réductrice de la liqueur de Fehling, lévogyre, qui, par hydrolyse, donne du glucose et pas de lévulose. Pour KYLIN, la laminarine est un ensemble complexe de polysaccharides voisins, qui diffèrent les uns des autres par le pouvoir rotatoire, le poids moléculaire, la solubilité dans l'eau, la précipitabilité par l'alcool ; il leur attribue les formules $6(C^6H^{10}O^5),H^2O$, $12(C^6H^{10}O^5),H^2O$, $17(C^6H^{10}O^5)H^2O$, ce dernier étant facilement soluble dans l'eau froide. Le *L. Cloustonii* présente une variété de laminarine qui lui est particulière, c'est sans doute l'hydrate de carbone dont KREFTING et TORUP ont annoncé la présence chez le *L. flexicaulis*, qu'ils confondaient avec le *L. Cloustonii*.

La diastase du malt hydrolyse la laminarine extraite du *L. saccharina* ; une diastase jouissant de la même propriété doit exister aussi chez les Algues, mais KYLIN n'a pas réussi à l'isoler. Sur des exemplaires de la côte suédoise, récoltés en août, la quantité de laminarine varie considérablement avec les espèces ; ainsi, l'*A. nodosum* et le *F. vesiculosus* en présentent 7 % du poids sec, le *F. serratus* 19 %, le *L. flexicaulis* 21 %, le *L. saccharina* 34 % ; cette proportion est moins grande en hiver ; les lames adultes en renferment plus que les jeunes, et la plante l'utilise comme matière de ré-

serve pour sa reproduction et le renouvellement de sa lame[1].

Les Algues brunes ne forment pas d'amidon ; le produit de l'assimilation du carbone est un sucre simple qui ne s'accumule jamais comme tel ; la présence de la petite quantité de glucose, signalée plus haut, indiquerait que c'est le glucose qui se condenserait aussitôt en laminarine. Celle-ci ne se rencontre d'ailleurs pas chez toutes les Algues brunes. Ainsi, des espèces annuelles, comme le *Chorda Filum* ou le *Spermatochnus paradoxus*, en renferment des quantités insignifiantes ou en manquent ; l'*Halidrys siliquosa*, vivace, en manque aussi. Dans les espèces qui en sont particulièrement riches, les globules de fucosane sont clairsemés et manquent presque dans le tissu d'emmagasinement ; au contraire, l'*A. nodosum* et le *F. serratus*, où les globules de fucosane abondent, ont relativement peu de laminarine. Comme on le voit, bien des questions restent encore à élucider.

J'ai parlé du *Zostera marina* à propos de la récolte du goémon ; j'ajoute quelques mots sur son utilisation industrielle.

On le récolte en grande quantité sur certains points des côtes normandes, et on l'expose longtemps à l'air pour le débarrasser de ses nombreux épiphytes et de son odeur de marée. Son élasticité, due à ses fibres cellulosiques, le

[1] Cette conclusion s'appuie sur des prises raisonnées de matière à analyser, et non sur des matériaux récoltés n'importe comment, ainsi qu'on l'a fait trop souvent En France, où les périodes de végétation des *L. flexicaulis* et *L. saccharina* sont moins nettes qu'en Suède, la prise des matériaux devrait être faite avec encore plus de discernement.

fait utiliser (sous les noms de *varech*, de *pailleule*, de *crin végétal*) pour garnir des matelas, rembourrer des fauteuils, etc. Les mêmes propriétés élastiques et sa légèreté le font employer pour l'emballage d'objets fragiles. Voici une douzaine d'années, la Société *La Parisette* blanchissait le *Z. marina* et le livrait au commerce comme emballage de luxe ; j'eus alors l'occasion d'examiner le produit offert par cette société ; il était très beau et d'une remarquable blancheur. Cependant, on pouvait prévoir des difficultés d'exploitation, et, en effet, la société eut seulement quelques mois d'existence[1].

Déjà en 1862, STANFORD citait un brevet pris par HARTNALL, le 31 mai 1861, concernant la fabrication de la pâte à papier à l'aide du *Z. marina*, employé seul ou mélangé à des fibres d'autre origine, et le procédé lui semblait pratique. Vingt ans plus tard (*On Algin*, 1883), il connaissait plusieurs autres brevets ayant le même objet ; le papier est très bon, disait-il, et, en outre, les

[1] DE LA TOURRETTE (*loc. cit.*, p. 173) disait en 1782 : « ...le foin de mer, *Zostera marina L.*, plante complette, anciennement nommée par les Botanistes mêmes (il s'agit de G. BAUHIN et de TOURNEFORT) *Alga Vitriariorum*, *Algue des Verriers*, parce que ses feuilles, qui ne pourrissent point, servent à emballer les bouteilles. Leur incorruptibilité et l'élasticité qu'elles acquièrent lorsqu'on les amoncèle, les ont fait entrer utilement dans la composition des digues de la *nort-Hollande* ; et les fibrilles de la plante, brisées, entrelacées, roulées par les vagues de la mer, forment ces espèces d'égagropiles, nommées *pelotes de mer*, si communes sur les côtes de la méditerranée » Ces *Ægagropiles de mer* ne proviennent pas du *Zostera*, comme le croyait DE LA TOURRETTE, mais du *Posidonia* (Cf. C. SAUVAGEAU, *A propos d'une note de M. William Russell intitulée : Transformation des cônes de Pins sous l'influence des vagues*. Journal de Botanique, t. VII, Paris, 1893).

fibres du *Z. marina* ont été proposées pour remplacer le coton au moment de la disette du coton. On sait que, pendant la guerre, les Allemands, à défaut de coton, exploitèrent les fibres cellulosiques du varech comme *Ersatz* dans la fabrication de la nitro-cellulose ; ce ne peut être qu'un expédient de temps de guerre, car, en temps de paix, le coton sera vraisemblablement toujours offert à un prix bien inférieur.

Les plantes marines ayant toujours tenté les inventeurs, bien d'autres brevets ont sans doute été pris depuis l'époque de STANFORD. On lit d'ailleurs dans l'*Encyclopédie chimique*[1] : « Avec les végétaux marins, et notamment avec les Zostères, on peut obtenir des pâtes à papier qui, combinées avec d'autres pâtes, peuvent fournir des papiers à bon marché rivalisant sous le rapport de la tenacité et de la blancheur avec ceux que l'on fabrique à l'aide de chiffons ». Le traitement consiste en : chauffage par un courant de vapeur dans l'eau acidulée par 5 °/₀ de HCl du poids de la plante, lavage, nouveau chauffage dans l'eau acidulée, chauffage dans du carbonate de soude à 3 °/₀ ; les matières ainsi traitées sont rapidement prêtes pour leur transformation en papier. Cependant, la place que le varech occupe dans le livre de CHARPENTIER en comparaison des autres matières végétales utilisées, paille, bois... etc., est tout à fait insignifiante. C'est d'ailleurs jouer la difficulté que vouloir fabriquer du papier avec le varech quand on sait l'immense quantité d'Alfa que l'Algérie pourrait nous fournir et qui est inutilisée[2].

[1] Paul CHARPENTIER. — *Le papier*, Encyclopédie chimique de FRÉMY, t. X, Paris, 1890.

[2] A titre de curiosité, je cite ici ce que John LUBBOCK (*L'homme*

Nous avons vu dans un précédent chapitre que le *Posidonia Caulini*, Phanérogame marine dont les feuilles sont plus courtes, plus fermes et beaucoup plus riches en fibres que celles du *Z. marina*, est parfois rejeté en grande abondance sur les rives de la Méditerranée. Il constitue de vastes prairies peu profondes. Pendant la guerre, la Direction des Inventions fut incitée à l'exploiter pour la fabrication du papier ou de la nitro-cellulose; j'ai su que les fibres se blanchissaient assez bien, mais qu'elles présentaient le grave défaut de s'agglutiner après la dessiccation finale, et qu'en outre elles se nitraient difficilement ; les essais ne furent pas, semble-t-il, poussés plus loin.

préhistorique, 3e édit., t. I, p. 221, Bibliothèque scientifique internationale, Paris, 1888) dit à propos des débris de cuisine préhistoriques du Danemark : « Il ne semble pas que les hommes des Kjökkenmöddings aient connu l'agriculture, car on n'a découvert jusqu'à présent, dans ces dépôts, de céréales d'aucune sorte. Les seuls débris végétaux que l'on ait trouvés dans les amas de coquilles consistent en morceaux de bois brûlé et en quelques substances carbonisées attribuées par M. Forchhammer au *Zostera marina*, plante marine dont on se servait, sans doute, pour en extraire le sel ».

CHAPITRE IV

UTILISATION INDUSTRIELLE DES ALGUES ROUGES

Sommaire. — I. L'iode.

II. Propriétés mucilagineuses et gélatinisantes : Observations de Bouvier, Turner, Lamouroux. — Mousse de Ceylan, Agar-Agar, Kanten. — La gélose de Payen Haï-thao, Thao français, Alguensine et les Expériences de la Société industrielle de Rouen — Ménier et la gelée de groseille artificielle. Analyse microscopique de l'Agar par Marchand.

III. Fabrication du Funori et du Kanten au Japon. Algues employées à cet effet. Usages de l'Agar.

IV. Lichen carragaheen (*Chondrus crispus* et *Gigartina mamillosa*) sa récolte, ses propriétés, ses usages. Autres Algues gélatinisantes.

V. Nature chimique des mucilages ; amidon des Floridées ; mannite et tréhalose.

Quelques-uns des auteurs cités aux chapitres précédents ont donné le pourcentage des substances minérales que renferment certaines Algues rouges ; leurs analyses ne concordent pas assez entre elles pour qu'il soit utile de citer des chiffres. Je rappelle cependant que, d'après A.-T. Cameron, le *Nitophyllum* renferme une quantité d'iode comparable à celle des Laminaires ; ceci est d'ailleurs d'intérêt purement scientifique, car les *Nitophyllum* sont des Algues très minces qui ne se rencontrent guère en quantité suffisante pour permettre une exploitation. D'une manière générale, et quant aux produits que

l'on peut retirer aussi des Fucacées ou des Laminaires, celles-ci seront toujours préférées aux Floridées à cause de leur grande taille et de leur profusion.

Cependant, le *Journal de Pharmacie et de Chimie* a publié, en 1915, le compte rendu d'articles parus dans une revue allemande et dans un journal russe d'après lesquels la mer d'Azov et la mer Noire renfermeraient, en abondance, une Algue rouge du genre *Fillafora* (probablement *Phyllophora*) très riche en iode[1]. Elle aurait donné, à l'incinération, 11 % de cendres contenant jusqu'à 3,8 % d'iode, et l'on rencontre fréquemment « des endroits, où cette Algue forme de véritables massifs s'étendant à 70 milles marins en longueur, sur 40 milles en largeur ». « Une première expédition en mer eut lieu déjà par des navires de guerre, qui parcoururent une distance de 75 à 80 kilomètres, remportant une moisson considérable. L'enlèvement de cette Algue se fait à l'aide de filets spéciaux qui, d'un seul coup, font monter de 600 à 1.000 kilogrammes ». « Le gouvernement russe tient à assurer la régularité de cette nouvelle pêche d'Algues. Des fours immenses viennent d'être construits à Ekaterinoslav où l'incinération méthodique et peu coûteuse va avoir lieu ».

Jusqu'à présent, les Algues Floridées ont été bien plus utilisées pour la gélose (ou des matières similaires), que fournit leur membrane, que pour les substances incluses dans leurs cellules, et l'industrie de l'extraction de la gélose n'est limitée que par la difficulté de se procurer la matière première.

[1] *Algues riches en iode*, Journal de Pharmacie et de Chimie, 7e série, t. XI, Paris, 1915, p. 199 et *L'iode russe*, *ibid.*, p. 313.

TURNER fit connaître, au commencement du XIX[e] siècle, les propriétés du *Gloiopeltis* (*Fucus*) *tenax*[1] qui par sa taille, sa forme, sa ramification, dit-il, ressemble au *Scinaia furcellata* de nos côtes, mais en diffère par sa fructification, sa couleur et ses sommets pointus et réfléchis. On le récoltait en abondance sur certaines côtes de Chine (provinces de Fokien et Tche-Kiang). Après dessiccation au soleil, il est vendu sur les marchés et peut se conserver plusieurs années ; avant de l'employer, on le lave à plusieurs eaux, pour le débarrasser des impuretés, puis on le fait cuire dans l'eau chaude où il fond entièrement et donne une colle d'excellente qualité pour tous les usages auxquels peuvent servir la gomme ou la glu. Ceux qui l'avaient procuré à TURNER lui demandèrent si les côtes anglaises n'offrent pas des Algues jouissant des mêmes propriétés, pouvant suppléer l'onéreuse importation de la gomme arabique. TURNER n'en doutait pas, et les *Fucus kaliformis*(*Chylocladia*), *F. clavellosus* (*Chylocladia*) et *F. asparagoides* (*Bonnemaisonia*), aussi bien que les « Conferves » les plus gélatineuses et les *Ulva rubens* (*Helminthora divaricata*), *U. filiformis* (*Dumontia*), *U. furcellata* (*Scinaia*), dit-il, possèdent précisément ces propriétés, mais aucune n'existe en quantité suffisante pour mériter d'être exploitée[2]. Beaucoup de *Fucus* anglais, dit TURNER, et particulièrement le *F. ciliatus* (*Calliblepharis*) et le *F. crispus* (*Chondrus*) se liquéfient en forte proportion, sinon en totalité, quand on les fait bouillir, et forment, en refroidissant, une gélatine ayant l'apparence de la glu,

[1] TURNER. — *Fuci*, t. II, Londres, 1809, pl. 125.

[2] TURNER eût pu citer de meilleurs exemples sur les côtes anglaises.

mais sans tenacité, dont on se sert pour fixer, sur le papier des collections, les espèces d'Algues qui n'adhèrent pas d'elles-mêmes. Deux ans plus tard, TURNER (*loc. cit.*, p. 216 et 217) dit que le *F. crispus* et le *F. mamillosus* (*Gigartina*) donnent, après ébullition dans l'eau, une gélatine ferme qu'il ne désespère pas de voir utiliser un jour ou l'autre, bien que ses efforts dans ce sens aient échoué.

TURNER n'était pas le premier à connaître cette propriété de certaines Algues marines. Vingt ans plus tôt, BOUVIER, étudiant l'*Alsidium helminthochorton*, employé depuis peu en France comme vermifuge sous le nom de *mousse de Corse*[1], le faisait bouillir dans l'eau à nombreuses reprises, concentrait chaque fois le liquide et obtenait ainsi une quantité considérable de gelée[2]. Toute-

[1] BOUVIER. — *Analyse de la Coralline de Corse*, Fucus helminthocorton, Annales de chimie, t. IX, Paris, 1791.

[2] L'expérience de BOUVIER, peut-être la plus ancienne qui concerne la gelée fournie par une Algue européenne, est peu connue ; je crois intéressant de rapporter comment il opérait.

BOUVIER prenait 1 000 grains (53 grammes) d'*Alsidium* ; après lavage dans l'eau froide pour enlever divers sels, il traitait par une livre et demie d'eau distillée bouillante. « Lorsque la décoction étoit rapprochée du degré convenable, on la passoit, et on ajoutoit une nouvelle quantité d'eau sur la masse restante que l'on soumettoit de nouveau à l'ébullition », il recommença cette opération 24 fois ; chaque portion d'eau était évaporée jusqu'au point de pouvoir se prendre en gelée par refroidissement. « La gélatine extraite par les trois premières décoctions étoit de couleur brune et retenoit de l'odeur du *fucus helminthocorton*. Plus le nombre des décoctions avançoit, plus la gélatine devenoit transparente, blanche et sans odeur et les dernières décoctions ont fourni une gélatine aussi blanche et aussi transparente que la gomme arabique.... elle jouissait d'une élasticité qui m'a paru étonnante ; lorsqu'on lui donnoit une légère

fois, l'*Alsidium* (ou la plante qu'il prenait pour lui), plante filiforme, haute de 1 à 3 centimètres, ne pouvait être l'objet d'une utilisation industrielle.

D'ailleurs, BOUVIER a certainement été trompé ; il a étudié une autre plante ; déjà, en 1782, DE LA TOURETTE signalait les supercheries des marchands. DEBEAUX[1], voulant répéter l'expérience de BOUVIER, fit plusieurs fois des décoctions avec la plante pure sans « jamais trouver dans les décoctés la moindre trace de gélatine végétale » et il croit que BOUVIER « a dû se servir, pour son analyse, d'Algues renfermant quelques espèces gélatineuses ». J'ai été plus heureux ; en employant de l'*A. Helminthochorton* pur, j'ai obtenu, après un assez long chauffage au bain-marie, une gelée molle, sans consistance et même coulante ; le sous-acétate de plomb la précipitait en petits grumeaux. Dans les mêmes conditions, un *Gelidium* eût donné une gelée ferme et élastique. BOUVIER a certainement expérimenté avec quelque petit *Gelidium*, peut-être le *G. crinale*, assez commun dans la Méditerranée et non sans ressemblance avec l'*Alsidium*. En voici d'ailleurs une preuve indirecte : la formule de la *gelée de*

extension, ses parties se rapprochoient les unes des autres comme celles de la gomme élastique.... Toutes ces décoctions rapprochées et réunies m'ont fourni 7 livres de gelée d'une consistance qui m'a d'autant plus étonné que j'étois certain que cette quantité de gelée n'étoit formée que par les décoctions de 1 000 grains de *fucus helminthocorton* ». « J'observerai.... que le fucus, de brun et opaque qu'il étoit avant l'action de l'eau bouillante, est devenu blanc et transparent pendant les premières décoctions, et qu'il a fini par n'être plus qu'un résidu fibreux ».

[1] DEBEAUX. — *Algues marines des environs de Bastia* (Corse), Recueil des Mémoires de médecine, chirurgie et pharmacie militaires, 1873.

mousse de Corse (supprimée dans le *Codex* de 1908), donnée par l'ancien *Codex*, comprenait une quantité assez importante de colle de poisson qui eût été inutile avec une plante aussi gélatinisante que celle dont Bouvier s'est servi.

Mérat[1] connaissait sans doute des Algues plus favorables à une exploitation quand il disait des *Fucus*, sans toutefois citer aucune espèce, que « si on les fait bouillir dans l'eau, plusieurs offrent une matière gélatineuse qui se prend par le refroidissement, comme on le voit pour le *Fucus helminthochorton* ». « Je crois, ajoute-t-il, qu'une ébullition à une haute température, dans des vaisseaux fermés, les résoudrait presque entièrement en gélatine. C'est encore une branche féconde qui peut être ouverte à l'industrie française ». Mérat ne cite aucune espèce, mais peut-être pensait-il, en partie au moins, au genre *Gelidium* de Lamouroux.

Sous le nom de *Gelidium*, créé en 1812, Lamouroux désignait plusieurs Algues rouges comprises jusque-là dans le capharnaüm des *Fucus* (*Essai sur les genres de la famille des Thalassiophytes non articulées*, Paris, 1813). « J'ai nommé ce genre *Gelidium*, disait-il, parce que la plupart des espèces qui le composent peuvent se réduire presque entièrement en une substance gélatineuse par l'ébullition ou la macération », propriété d'autant plus remarquable qu'aucune espèce de ce genre ne possède à l'état frais cet aspect gélatineux caractéristique de beaucoup d'autres Algues rouges ; la plupart sont même fermes et minces.

[1] Mérat. — Article *Fucus*, in Dictionnaire des sciences médicales, t. XVII, Paris, 1816.

Quelques années plus tard (art. *Gelidie*, in *Dictionnaire classique d'histoire naturelle* de BORY, t. VII, Paris, 1825), LAMOUROUX disait à propos des *Gelidium* en général : « A l'Ile-de-France, et sur toutes les côtes de l'Océan Indien, les habitants en font usage dans les sauces pour leur donner de la consistance ou pour masquer le goût âcre et brûlant des épiceries qu'ils aiment avec passion ».

Plusieurs espèces de *Gelidium* vivent chez nous, et bien d'autres genres de Floridées fourniraient, par la cuisson, une gelée ou un mucilage. Mais les mers chaudes sont le vrai domaine des Algues rouges et depuis longtemps les riverains en exploitent plusieurs pour cet usage. On donne, en Malaisie, le nom d'*Agar-Agar* à une Algue (ou à plusieurs) dont on importe en Chine, depuis longtemps, des quantités considérables pour la confection de gelées alimentaires[1]. Le produit commercial, qui est l'Algue brute à peine modifiée, ou travaillée, ou l'extrait de cette Algue, porte le même nom et, depuis que son usage s'est répandu en Europe, on l'applique aussi à la *Mousse de Ceylan*, produit brut, et au *Kanten* des Japonais, produit manufacturé.

L'Algue récoltée à Ceylan est le *Gracilaria lichenoides* Harv., très voisin de nos *Gr. confervoides* et *Gr. compressa*, dont on la distingue assez difficilement quand elle est blanchie, état sous lequel elle figure le plus souvent dans les collections[2]. Les anciens botanistes connaissaient ses

[1] O. DEBEAUX. — *Algues marines récoltées en Chine pendant l'expédition française de 1860-1862*. Actes de la Société linnéenne de Bordeaux, t. XXX, Bordeaux, 1875.

[2] La plante est citée dans les livres sous diverses dénominations qui peuvent égarer le lecteur. Elle portait le nom de *Fucus lichenoides*

propriétés. En effet, TURNER (*loc. cit.*, p. 118) rapporte, d'après GMELIN (dont l'*Historia Fucorum* est de 1768), qu'on la mange aux Indes orientales après l'avoir lavée ou fait macérer dans l'eau douce, puis comprimée pour lui enlever une partie de son mucilage et de sa salure ; on la mange avec « Atsiar ou Dabbo-Dabbo » ou dans une sauce

dans l'herbier de LINNÉ. Puis, le genre *Fucus* fut peu à peu démembré et C AGARDH l'inclut dans son genre *Sphærococcus*, d'où le nom de *Sph. lichenoides* C. Ag., maintenant périmé comme le premier. En effet, le genre *Sphærococcus*, étant lui même hétérogène, fut démembré à son tour ; GREVILLE, entre autres, créa à ses dépens le genre *Gracilaria* où HARVEY fit rentrer notre espèce, d'où le nom de *G. lichenoides* Harvey. Quelques années avant la création du genre *Gracilaria* par GREVILLE, NEES von ESENBECK avait proposé pour notre plante, qu'il croyait être un Lichen, le terme générique *Plocaria* qui ne fut pas accepté. J. AGARDH a néanmoins conservé *Plocaria* pour désigner une section dans le genre *Gracilaria*. D'ailleurs, si ce genre *Plocaria* était admis, notre plante ne devrait pas s'appeler *Pl. candida*, comme la nommait NEES, mais *Pl lichenoides*, comme rectifiait MONTAGNE en suivant la loi de priorité.

J'ajoute qu'avant la création du genre *Gracilaria*, GREVILLE avait décrit en 1828 (*Scottish Cryptogamic Flora*, pl. 341), sous le nom de *Sphær. lichenoides*, une Algue qu'il croyait identique à la plante de Ceylan, et que M^me^ GRIFFITHS venait de découvrir sur les côtes d'Angleterre. Puis GREVILLE reconnut son erreur (*Algæ Britannicæ*, 1830) et identifia la plante anglaise avec le *Sphærococcus compressus* de C. AGARDH ; il l'appela *Grac. compressa*, nom sous lequel elle est actuellement connue.

Toutes ces hésitations ou contradictions ne doivent pas surprendre le lecteur ; beaucoup d'Algues ont une synonymie aussi embrouillée ; la détermination des espèces, même sur de bons échantillons, est difficile, les caractères manquent parfois de netteté et l'insuffisance des descriptions des anciens auteurs empêche souvent une identification précise. L'état des échantillons rapportés par des personnes peu compétentes accroît la difficulté pour les Algues des pays chauds.

préparée avec du jus de citron et un peu de gingembre. Après macération, on peut aussi la sécher et la conserver longtemps ; pour la consommer, on la fait cuire doucement, car si elle bout trop fort, ou reste trop longtemps dans le jus de citron, elle perd une grande partie de sa qualité et fond en mucilage[1]. Le *Grac. lichenoides* blanchi, et à peine modifié dans sa forme, est expédié en Europe sous le nom de *Mousse de Ceylan*.

Un produit comparable à la *Mousse de Ceylan* est l'*Agar-Agar de Makassar* ou *de Java*, formé par le thalle plus ou moins décoloré de divers *Eucheuma*, dont on cite généralement deux espèces peu différentes entre elles, *E. spinosum* J. Ag. et *E. isiforme* Harv., connues en Europe surtout par des échantillons décolorés acquis sur les marchés orientaux, où ils sont vendus comme articles culinaires. COLLINS en a récemment distribué de beaux échantillons bien préparés[2]. Ce sont de belles plantes en touffes atteignant jusqu'à 50 centimètres de hauteur, d'un rouge clair, dont la teinte devient foncée, presque noirâtre quand on les prépare rapidement à l'abri du soleil et de l'air. Elles sont communes sur les côtes de la Floride et des Bermudes. Après comparaison d'exemplaires américains avec des spécimens du Cap, de Singapour et des îles de la Sonde, COLLINS estime que ces

[1] GMELIN dit aussi (cité d'après TURNER) que les hirondelles construisent leurs nids, si appréciés des Chinois, avec le *Fucus lichenoides*. L'un des correspondants de TURNER a observé dans ces nids des filaments qui ressemblent à cette Algue, appelée aussi *Mousse de Jafnapatan*.

[2] COLLINS, HOLDEN et SETCHELL. — *Phycotheca Boreali-Americana*, n° 92 et n° 1886.

deux espèces en sont une seule; par suite, le nom spécifique *spinosum*, dû à LINNÉ et antérieur à *isiforme*, devrait être seul conservé ; toutefois, BURMAN ayant antérieurement (1768) nommé la plante *Fucus denticulatus*, COLLINS propose de remplacer, pour cause de priorité, les deux noms communément employés par celui d'*Eucheuma denticulatum*[1].

Depuis le travail de BOUVIER, les chimistes n'avaient pas étudié cette substance capable de se transformer en mucilage ou en gelée, lorsque PAYEN reçut en 1856, sous le nom de *Mousse de Chine*, et sous forme de longues et minces lanières, un produit commercial qu'on disait extrait d'un Lichen attaché aux arbres, soit en Chine soit dans les îles de l'Archipel des Philippines ; il y servait à préparer des gelées. C'était une matière fabriquée, sans structure organique; elle se gonflait dans l'eau froide et ne s'y dissolvait qu'en très petite quantité ; la partie restante, moins une faible proportion de « corpuscules azotés », c'est-à-dire environ 90 % du total, se dissolvait dans l'eau bouillante pour se prendre à froid en une gelée incolore, fournissant ainsi, à poids égal, 10 fois plus de gelée que la meilleure gélatine animale. PAYEN étudia les caractères de cette gelée, la trouva composée de Carbone, Oxygène et Hydrogène, sans pouvoir en établir la formule rationnelle, et lui donna le nom de *gélose*[2]. Le produit étudié par PAYEN sous le nom de *Mousse de Chine*, était ce que nous citons plus loin

[1] F.-S. COLLINS. — *The Algæ of Bermuda*, Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences, t. LIII, Cambridge, 1917.

[2] PAYEN. — *Sur la gélose et les nids de Salangane*, Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. XLIX, Paris, 1859.

comme *Kanten* et *Thao* et que l'on nomme communément *Agar-Agar*, auquel on donne souvent comme synonyme le nom de *gélose*, assimilation d'ailleurs inexacte puisque ces produits commerciaux, bruts ou travaillés, sont plus ou moins riches en gélose [1].

« Il restait à découvrir l'origine de cette substance, ajoute PAYEN ; aucun Lichen, soumis aux expériences qui auraient pu l'extraire, n'en a donné de traces, mais je l'ai rencontrée dans une plante marine connue sous les noms d'*Algue de Java*, *Gelidium corneum*, dont j'obtins un échantillon de M. le Dr GUBLER, par l'obligeante entremise de M. le Dr MONTAGNE [2]. » PAYEN constate que :

[1] H. MORIN. — *Sur la gélose*. Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. XC. Paris, 1880, dit « Rare à l'époque où elle fut signalée, la gélose a été introduite depuis quelques années dans le commerce en quantité assez considérable pour rendre son emploi industriel. Expédiée primitivement sous le nom de *Ta-ó* et désignée sous la dénomination impropre d'*Isinglass*, la gélose servait à emballer la porcelaine et les bronzes de la Chine. Matière pour ainsi dire inutilisée dans le principe, elle n'a pas tardé à recevoir des applications industrielles dans la préparation des gelées alimentaires et dans l'apprêt de certaines étoffes ». Comme les gommes, « elle se transforme en acide mucique et oxalique sous l'action de l'acide nitrique; elle jouit également de la propriété de dévier à gauche les rayons de la lumière polarisée, et cette déviation, sous l'influence des acides et de la chaleur, devient dextrogyre... »

Voir aussi une Note de PORUMBARU (*Sur la gélose*. *Ibid.*, t. XC, 1880) publiée quelques jours après celle de MORIN, où l'auteur attribue à la gélose la formule $C^6H^{10}O^5$.

[2] En 1859, MONTAGNE, botaniste fort expert dans la connaissance des Algues, était âgé et malade ; je m'explique ainsi qu'il n'ait pas appris à PAYEN qu'on pouvait étudier chez nous le *Gelidium corneum* commun sur nos côtes. D'ailleurs, MONTAGNE, comme tous les cryptogamistes de son temps, savait la propriété des *Gelidium* de produire des gelées.

« Le *Gelidium corneum*, débarrassé des substances étrangères que peuvent enlever les acides étendus, l'eau ammoniacale et les lavages à l'eau pure, cède à l'eau bouillante 58 centièmes de son poids de gélose » dont il apprécia facilement « l'identité avec le principe immédiat extrait du produit commercial venu de Chine ». Il retrouva aussi la gélose en forte proportion dans un échantillon de *Gracilaria lichenoides* provenant de l'île Maurice. « Des recherches ultérieures pourront apprendre, ajoutait-il, si l'on trouverait parmi les Algues de nos côtes la matière première de la gélose, susceptible de remplacer dans plusieurs applications 10 fois son poids d'ichthyocolle ». Nous avons vu que les botanistes avaient répondu à cette question avant que PAYEN l'eût posée[1].

Une quinzaine d'années plus tard, la question de la gélose fut agitée dans les milieux industriels. En 1875 et 1876, la *Société industrielle de Rouen*[2] chargea trois de ses membres, CLOÜET, HEILMANN et REBER d'étudier, au

[1] Ch. BLONDEAU paraissait ignorer le travail de PAYEN quand il donnait le nom de *goëmine* à la matière gélifiable par refroidissement que le *Fucus crispus* fournit par l'ébullition dans l'eau, car il ne fait aucune comparaison avec la gélose (*De la goëmine, substance neutre extraite du goëmon* (Fucus crispus), Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. LX, Paris, 1865). Cette substance, dit-il, « n'est point de la gélatine, ainsi qu'on aurait pu le croire, car sa dissolution ne précipite ni par le tannin, ni par l'alun, ni par l'acétate de plomb », mais elle précipite par l'alcool. BLONDEAU trouvait dans la goëmine 2,51 % de soufre et 21,36 % d'azote. Si, disait-il, elle est « aussi nutritive que sa teneur en azote semble l'indiquer, elle pourrait, dans telle circonstance donnée. fournir un supplément de matière alimentaire qu'il serait facile de se procurer ».

[2] *Bulletin de la Société industrielle de Rouen*, 3e année, 1875 et 4e année, 1876.

point de vue des applications possibles, une substance, nommée *Haï-thao* ou *Thao*, fournie par la commission permanente de l'Exposition des Colonies, et extraite d'une Algue de Cochinchine[1]. Certaines applications étaient déjà connues. Ainsi, jusque-là, le commerce français achetait en Angleterre les baudruches souples qu'emploient les batteurs d'or pour réduire ce métal en feuilles minces ; l'*isinglass* ou *colle de poisson* donne à la membrane le luisant que le tannage lui enlève, mais bientôt l'enduit animal se fendille sous le choc répété des marteaux de bois et la baudruche est vite hors d'usage ; or, un fabricant parisien remplaçait avantageusement l'isinglass par le thao. D'autre part, des essais faits à Lyon pour apprêter les tissus de soie avec le thao ayant donné de bons résultats, on désirait connaître l'avis des industriels rouennais sur son emploi dans l'apprêtage des cotonnades.

« Ce produit se présente sous forme de gros filaments aplatis et racornis, d'environ 30 centimètres de longs. Il se compose d'une matière transparente et incolore, dans laquelle on remarque un réseau de fibres opaques, qui ne sont autre chose que les plis formés par la dessiccation ». Ses propriétés paraissent semblables à celles que Payen reconnaît à la gélose.

A 1 %, le thao fournit, selon Heilmann, un apprêt souple, qui donne plutôt du corps que du raide à la toile de coton. La dextrine à 50 grammes par litre donne moins de force que le thao à 1 %. La fécule, même à 25 grammes par litre, donne plus de raide que le thao à

[1] D'après la Note de Morin citée plus haut, le *Thao* ne serait autre que la *Mousse de Chine* d'où Payen retira la gélose.

%, mais la dextrine et la fécule rendent le tissu plus sec, plus dur, et garnissent moins le fil que le thao ; une addition de glycérine rend encore le tissu moins raide et lui communique plus de corps. L'usage du thao, disait HEILMANN, serait à recommander surtout pour les tissus fins, où l'on cherche, par dessus tout, la souplesse et la main plutôt que le poids et la raideur.

Puis, HEILMANN essaya le thao comparativement avec la gomme Sénégal, la gomme adragante et le *Chondrus crispus* La première communique à la toile un toucher rude et sec, absolument opposé à celui que donne le thao ; le toucher que donne la gomme adragante est plus doux plus moelleux, et se rapproche davantage de celui du thao, mais le principal avantage de celui-ci est de garnir et de resserrer pour ainsi dire le tissu, tandis que la gomme adragante le laisse creux et sans corps.

Le *Chondrus crispus*, employé à la dose de 3 %, communique à la toile un toucher gras et onctueux, n'ayant aucune analogie avec celui du thao ; il donnerait de très bons résultats pour les lustrines, qui pourraient acquérir une souplesse que ne procurent pas les apprêts employés jusqu'alors.

Le thao, dit HEILMANN, paraît appelé à un grand avenir industriel, comme matière à apprêter les calicots, quand il aura perdu ses deux défauts : son prix trop élevé (on le proposait alors à 8 francs le kilo) et la teinte jaunâtre qu'il communique à la toile, teinte qui persiste malgré l'azurage et malgré l'addition de poudres blanches telles que talc, kaolin ou sulfate de chaux.

Un autre commissaire de la Société, REBER, conclut de même et dit en outre : Nous avons remarqué que la dissolution du Haï-Thao, qui devient très gélatineuse par le

refroidissement, au point de rendre son emploi impossible à une basse température, peut facilement être convertie en pâte ressemblant à un empois très court, par un simple passage à travers un tamis un peu serré. Les parties agglomérées se divisent, ne se prennent plus en gelée par la suite, et ont plutôt une tendance à se liquéfier à la longue. Dans cet état, l'apprêt peut-être employé à froid, même à une dose de 15 à 20 grammes par litre.

La même année 1876, la Société industrielle de Rouen chargeait HEILMANN et REBER d'étudier un autre produit commercial proposé sous le nom de *Thao français*. « C'est une poudre végétale, préparée avec les Algues de nos côtes, soit seules, soit mélangées à d'autres substances. Ce sont probablement les proportions variables de ces mélanges qui constituent les qualités Nos 1, 2, 3. de ce produit, qualités dont les prix respectifs sont 4 francs, 4fr,50 et 5 francs le kilo ». Il se présente sous la forme d'une poudre grise, grossière, mêlée à des parcelles plus jaunes, d'une odeur forte et sternutatoire, rappelant celle des varechs. Le produit se dissout imparfaitement et laisse sur le tamis un dépôt volumineux ; au lieu d'une gelée, il donne un liquide filant.

Après essais comparatifs, les deux auteurs estiment que le thao français ne convient pas pour les tissus blancs et ne pourrait remplacer le Haï-Thao auquel il est bien inférieur.

HEILMANN a meilleure opinion d'un produit qu'il appelle « *gélose de M. Martineau* », fabriqué, sous le nom d'*alguensine*, avec des Algues (évidemment des Floridées) recueillies sur les côtes de la Charente-Inférieure, et proposé à 3 fr. 50 le kilo seulement[1]. On cherchait

[1] C'est probablement le même Ed. MARTINEAU qui adressa à l'Académie des Sciences, dans la séance du 17 décembre 1877 (*Comptes*

d'ailleurs beaucoup à cette époque à extraire des produits utiles des Algues. HEILMANN dit en effet comme préambule : « Depuis que les essais entrepris sur le *thao* des colonies ont fait entrevoir la possibilité de l'employer avec succès dans l'apprêt des tissus, il surgit journellement de nouveaux produits tirés des Algues ou autres plantes marines, et qui, sous les noms de *thao français*, *fucus français*, *fucus japonais*, *etc.*, sont destinés à le remplacer. Mais je dois dire qu'aucun de ces divers produits que j'ai essayés n'offrait les caractères particuliers qui distinguent le *haï-thao* et qui le recommandent surtout à notre attention. Aucun d'eux ne pourrait donc le remplacer avec avantage. J'ajouterai même que, quoique les apprêts fournis par le haï-thao aient été fort goûtés par la consommation, le prix encore trop élevé de cette matière viendra forcément en restreindre l'emploi ».

L'*Alguensine* se présente sous forme de lanières cornées, jaunâtres et transparentes, de l'épaisseur d'une feuille de papier ; elle se dissout complétement dans l'eau bouillante. Dans l'eau froide, elle se gonfle d'abord fortement, devient blanche et opaque et se dissout complétement après 24 heures de macération. De même que le thao français, elle fournit un liquide filant, transparent et jaunâtre et non une gelée épaisse comme le haï-thao. Ses qualités comme apprêt sont approximativement les mêmes que celles du haï-thao ; pour qu'elle trouve un emploi utile, il faudrait toutefois qu'elle fut débarrassée des matières étrangères qui l'accompagnent et qu'elle produisit

rendus, t. LXXXV), « des échantillons de sulfure de carbone et de sulfocarbonate de potasse, fixés à l'état solide dans un mucilage extrait des Algues marines ». L'Académie décida le « renvoi à la Commission du Phylloxéra ».

un mucilage moins coloré et plus transparent ; elle pourrait alors remplacer avantageusement le thao.

Le thao, ou d'autres produits similaires d'Extrême-Orient, trouvaient aussi un emploi moins légitime dans une autre sorte d'industrie. Ch. Ménier, de Nantes [1], en examinant au microscope des confitures de groseille livrées par une grande fabrique de Paris, reconnut que la consistance gélatineuse de ces confitures était due à des Algues, comme en témoignait la présence d'une Diatomée des mers orientales, l'*Arachnodiscus japonicus* ; il retrouva la même Diatomée dans un produit employé dans l'industrie sous le nom de *Colle de Chine* ou de *Colle du Japon*, et en conclut que la susdite gelée de groseille était fabriquée avec cette colle. Continuant son analyse, il reconnut que la matière colorante était due à la Cochenille et à la Rose trémière décélée par ses gros grains de pollen, que le sucre était du glucose introduit dans la proportion de 30 %, et que l'acide tartrique donnait l'acidité nécessaire.

Ch. Ménier ajoutait que la colle du Japon serait pour les Diatomistes une source aussi facile que précieuse à explorer. Il la croyait fabriquée avec toutes les Algues du littoral japonais susceptibles de se transformer en gélose. Du moins, il y trouvait des débris appartenant à un certain nombre d'Algues très différentes, qu'Éd. Bornet jugeait susceptibles de recevoir une détermination précise.

[1] Ch. Ménier. — *Falsification de la gelée de groseille du commerce découverte par les Diatomées*, Journal de Médecine de l'Ouest, Nantes. 1879 Je cite ce travail d'après le compte rendu publié dans le Bulletin de la Société botanique de France, t. XXVI. Paris, 1879.

C'est ce travail de détermination des débris non dénaturés que Marchand entreprit et publia en cette même année 1879[1]. On importait alors, dit-il, de Chine et du Japon, sous le nom de *Tjintiow*[2], une substance que les Anglais, bien qu'ils connussent son origine végétale, nommaient *Japanese isinglass*, c'est-à-dire ichthyocolle japonais, pour rappeler ses usages et ses caractères extérieurs. Il proposa, sans succès, de l'appeler *phycocolle*. Elle arrivait en Europe sous forme de baguettes ou de lanières. Marchand en oblint d'un entrepositaire qui la lui indiqua comme fournie par le *Gloiopeltis tenax*.

Or, la colle livrée par les japonais, en baguettes ou en lanières, est un produit manufacturé. Tandis qu'il était liquide, il a vraisemblablement été passé à travers un tamis ou un filtre grossier ; à part les Diatomées ou d'autres Algues microscopiques, on ne trouvera donc plus dans la masse que de minuscules débris dont la détermination, véritable travail de bénédictin, exige beaucoup de savoir et de patience ; l'auteur ne pouvait l'entreprendre qu'avec l'aide d'un homme aussi érudit qu'Ed. Bornet. Et encore, ce travail est-il décevant. Les pêcheurs japonais

[1] Léon Marchand. — *Note sur la Phycocolle ou gélatine végétale produite par les Algues*, Bulletin de la Société botanique de France, t. XXVI, Paris 1879.

[2] On remarquera la ressemblance de consonnance entre ce mot *Tjintiow* donné par des Anglais à un produit extrait d'Algues Floridées, et le nom de *Chin-Chou* que Debeaux (Voy. Chap. v), emploie pour désigner un produit alimentaire fourni par des Laminaires. Or les deux produits ne peuvent être identiques et ne portent vraisemblablement pas le même nom en langue chinoise. Turner rapporte aussi (*Fuci*, pl. 163), d'après Barrow, que le *Chinchou* ou *gelée de Chine* est probablement fabriqué en partie avec le *Fucus saccharinus* (*Laminaria*).

en effet, choisissent évidemment les Algues à employer, mais, *a priori*, ils les choisissent comme on cueille chez nous le Lichen Carragaheen, en l'arrachant mélangé à toutes sortes d'impuretés dont un triage ultérieur n'enlève qu'une partie. Or, si la fabrication du mucilage est convenablement conduite, l'examen microscopique du produit commercial décélera plutôt les impuretés incomplétement transformées pendant la fabrication que l'espèce ou les espèces essentielles, dont peu de chose doit persister. Malgré ses difficultés, le travail de MARCHAND avait donc une portée très limitée ; néanmoins, comme on le voit fréquemment cité, je dois m'y arrêter. Outre diverses Diatomées, et en particulier l'*Arachnodiscus* signalé par MÉNIER, l'auteur énumère treize espèces d'Algues dont la plupart, à cause de leur nature ou de leur taille, ne pouvaient être que des impuretés sans importance ; il en trouvait « un grand nombre d'autres, mais leurs débris étaient trop endommagés pour être reconnaissables ». Toutefois, trois d'entre elles attiraient son attention, le genre botanique auquel il les rapporte renfermant des espèces connues pour leur propriété de gélatinisation. C'étaient les suivantes :

6° *Endocladia vernicata* J. Ag. Mais l'auteur de l'espèce, J. AGARDH [1], la cite seulement du Brésil, et le relevé des Algues japonaises, fait par DE TONI [2], ne la mentionne pas. DE TONI cite deux *Endocladia* : *E. complanata*

[1] J. AGARDH. — *Species, Genera et Ordines Algarum*, t. III, *Epicrisis*, Leipzig, 1876, p. 559.

[2] J.-B. DE TONI. — *Alghe marine del Giappone ed isole ad esso appartenenti*, Memorie del R. Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti, t. XXV, Venise, 1895.

Harv. et *E. rigens* Grun., qui, pour J. AGARDH, sont insuffisamment connus.

7° *Gloiopeltis tenax* (Turn.) J. Ag. dont TURNER connaissait les propriétés.

8° *Gelidium polycladum* Kütz. Il est difficile de savoir ce qu'est cette espèce. MARCHAND rapporte les fragments de *Gelidium*, qu'il a rencontrés, au *G. polycladum* Sonder herb., dessiné par KÜTZING dans ses *Tabulæ phycologicæ* t. XIX, pl. 24, fig. *d*. KÜTZING était prodigue d'espèces plus ou moins bien caractérisées qui ont causé d'inextricables confusions ; or, sa même planche 24 représente aussi un *G. tripinnatum*, d'après le même herbier Sonder ; les deux espèces paraissent si semblables que MARCHAND fut sans doute influencé dans sa détermination parce que la première provenait du Japon et la seconde des Indes occidentales. Le *Sylloge* de DE TONI (vol. IV, p. 146) donne ce *G. polycladum* Sond. en synonymie du *G. crinale* Lamour., qui vit sur nos côtes de France, et je soupçonne une confusion avec un autre *G. polycladum* Kütz., de l'Adriatique, figuré dans le vol. XVIII, pl. 55 des *Tabulæ* et qui, pour HAUCK, était une variété *polycladum* du *G. crinale*. D'ailleurs, DE TONI ne cite même pas cette espèce dans sa Révision des Algues du Japon. Cependant, MARCHAND a comparé les fragments retirés de son Tjintiow avec un échantillon japonais de l'herbier Thuret ; il a trouvé celui-ci constellé de cet *Arachnodiscus* « qui se rencontre en si grande quantité dans la phycocolle ».

Le genre *Gelidium* entre certainement pour une part importante dans la fabrication de cette colle, mais le nom spécifique de *polycladum* s'applique vraisemblablement à plusieurs des espèces utilisées. Les *Gelidium* de nos côtes cèdent leur gélose par la cuisson en conservant leur as-

pect extérieur ; si les *Gelidium* japonais ont la même propriété, il n'est pas surprenant que des fragments, déterminables génériquement, se retrouvent dans les produits commerciaux.

Des fraudeurs continuent à introduire de l'agar dans certaines confitures, mais ils ont soin de le filtrer à chaud, sur papier, avant de l'incorporer, et les Diatomées révélatrices sont plus rares qu'au temps de Ménier et de Marchand ; l'adultération se reconnaît cependant par la méthode chimique.

Smith et Davidson nous ont documentés sur la fabrication de deux produits que l'industrie japonaise retire de diverses Floridées, le *Funori* (*glu marine* ou *Seaweed glue* des Anglais) et le *Kanten*, plus connu sous le nom malais d'*Agar-Agar*, dont le *Tjintiow* de Marchand et le *Thao* expérimenté à Rouen sont sans doute des variétés, sinon la même chose.

D'après Smith, *Funori* signifie : « matière pour raidir les tissus ». On fabrique le produit depuis le XVII^e^ siècle, et les principaux centres se trouvent dans le sud de l'empire, Osaka, Nagasaki... etc. ; on le vend en paquets de feuilles roulées qui sont des Algues blanchies et soudées entre elles. Par la cuisson dans l'eau, le consommateur le convertit en mucilage plus ou moins épais, utilisé pour l'apprêt ou l'empesage des tissus, pour le glaçage et l'aprêtage du papier, comme enduit pour les murs, dans la décoration de la porcelaine... etc., autrement dit, ses usages sont ceux de notre Carragaheen ; on l'expédie aussi en Europe.

Le Funori est préparé surtout à l'aide de deux petites Floridées du genre *Gloiopeltis*, *G. coliformis* et *G. intricata*,

auxquelles il faut vraisemblablement ajouter le *G. tenax*. La récolte se fait en toute saison d'après SMITH, de novembre à mai d'après DAVIDSON, par des plongeurs, ou à l'aide de dragues ou de crochets longuement emmanchés. Après lavage à l'eau douce. la plante étalée en couche mince est pétrie avec les mains et avec les pieds ; les brins adhèrent les uns aux autres, en feuilles d'une dimension traditionnelle que l'on expose ensuite à l'air et à la lumière en les arrosant de temps en temps jusqu'à leur complet blanchiment. Aux *Gloiopeltis*, on ajoute aussi divers *Chondrus*, *Grateloupia*, *Gymnogongrus*, genres dont divers représentants vivent sur nos côtes, et la matière obtenue diffère probablement peu de notre *Carragaheen* commercial ou de ce que l'on pourrait fabriquer avec le *Carragaheen*. SMITH et DAVIDSON consacrent l'un et l'autre un paragraphe distinct au Funori et au Kanten, comme s'il s'agissait de deux produits très différents ; le premier ne subirait qu'un commencement de préparation, serait constitué d'Algues pétries, tandis que le second, qui est un extrait d'Algues, demande des manipulations complexes ; toutefois, certaines des espèces employées pour leur confection sont communes aux deux. SALLE et C^ie^, qui disposaient de renseignements originaux, disent même que les qualités inférieures d'Algues « ainsi que les déchets provenant de la compression des balles, sont désignés sous le nom de funori et servent à faire une colle d'Algues utilisée pour la fabrication de papiers souples et résistants destinés à confectionner des parapluies, des lanternes, etc. » D'après ABDERHALDEN [1] la *mousse du Japon* ou *Gloiopeltis coliformis* fournit un mucilage épais

[1] ABDERHALDEN. — *Biochemisches Handlexikon*, t. II, Berlin, 1911.

ne se prenant pas en gelée par le refroidissement ; on comprend ainsi pourquoi le Funori décrit par Smith et par Davidson se vend en feuilles d'Algues soudées entre elles et non en extrait. D'ailleurs, d'après Smith, 100 établissements japonais fabriquaient du Funori en 1908, et 500 établissements fabriquaient du Kanten ; des produits préparés dans un aussi grand nombre d'usines, avec des Algues qui croissent nécessairement en mélange, ne sont évidemment pas identiques.

Le terme d'*Agar-Agar*, ou simplement *Agar*, a prévalu chez nous sur celui de *Kanten* pour désigner le produit fabriqué que les Japonais consomment en grande quantité et qui fait l'objet d'un important commerce avec l'étranger. Les rapports de Smith et de Davidson décrivent sa préparation industrielle et cependant certains détails restent obscurs. Ces rapports ont été longuement analysés par Perrot et Gatin, Radais, H. Salle et C^{ie} ; je résume cette préparation.

On fabrique le Kanten depuis le milieu du xviii^{e} siècle ; son nom signifie « temps froid » et rappelle que sa fabrication réussit le mieux de décembre à février. On le fait, disent les auteurs, avec des Algues du genre *Gelidium* et particulièrement avec le *Gelidium corneum* récolté par des plongeurs ou à l'aide de crochets ou de filets traînants, de mai à octobre, les mois de juillet et août étant les plus favorables. Après dessiccation à l'air, on le bat pour le débarrasser des corps étrangers (coquilles, Corallines, grains de sable), puis on le lave à l'eau douce ; exposé de nouveau à l'air par un temps chaud, la lumière et la rosée le blanchissent. On le fait cuire durant plusieurs heures dans des cuves contenant plusieurs milliers

de litres d'eau douce, chauffées à feu nu ou par des tubes de vapeur ; on met environ 1 kilo d'Algues sèches pour 55 à 60 litres d'eau [1]. L'épais mucilage produit est passé à travers des chausses de toile grossière ; la décantation sépare les différentes qualités de la matière qui se prend en masse par le refroidissement [2] ; on l'appelle alors *Tokoroten*. Les manipulations ultérieures ont pour but de donner une présentation commerciale, de purifier et de sécher le tokoroten. La masse solide est coupée en baguettes ou comprimée sur une passoire comme de la pâte de macaroni. Les dernières opérations, qui se font dehors et par un temps froid, sont les plus délicates. L'endroit choisi est exposé à certains vents favorables ; l'air doit être sec et assez froid pour produire une congélation de l'eau et une rétraction du tokoroten, mais une température trop basse diminue sa qualité ; lorsqu'ensuite la température s'élève, la glace fond, l'eau exsude hors de cette gélatine entraînant les substances organiques et inorganiques solubles et la dessiccation se continue au soleil. Ceci est répété plusieurs fois jusqu'à ce que le tokoroten devienne incolore et insoluble dans l'eau froide ; c'est alors le kanten. La brochure de Salle et Cie expose des vues de ces ateliers de plein air où le paysage est tout blanc de neige ; la neige est en effet une circonstance favorable, car le vent alors n'apporte pas de poussières qui pourraient souiller la marchandise.

Ce procédé de fabrication est le plus ancien et le plus

[1] La proportion varie, dit-on, suivant l'état de l'atmosphère ; cela signifie, je suppose, que la plante séchée est hygrométrique et que l'opérateur tient approximativement compte de l'humidité absorbée.

[2] Il semble que la centrifugation remplacerait avantageusement la décantation.

répandu ; d'après MATSUI, il en existe d'autres, pour la plupart brevetés [1].

Les auteurs énumèrent plusieurs espèces d'Algues qui entreraient dans la composition du kanten. SMITH citait seulement le *Gelidium corneum*, qui serait l'espèce principale, et, chez les auteurs français, l'on retrouve ce nom allié à celui d'autres espèces Or, le nom *corneum* est plutôt un collectif. Les *Gelidium* sont de détermination spécifique fort délicate sinon incertaine. Le cosmopolite *G. corneum* Lamour., antérieurement *Fucus corneus* Huds., était d'aspect si inconstant que, sur nos propres côtes, on en décrivait de nombreuses variétés. Puis, une étude plus minutieuse sépara de temps en temps une de ces variétés comme espèce indépendante, si bien que, peu à peu, le nom de *G. corneum* s'appliqua surtout à des individus mal caractérisés, trahissant ainsi l'embarras de l'auteur à les rapporter à telle ou telle des anciennes variétés élevées à la dignité d'espèce ; encore d'un usage commode, il a tant perdu de son ancienne signification qu'il ne figure même plus dans le *Sylloge* de DE TONI. La plante des mers orientales a sans doute subi les mêmes avatars que celle de chez nous. Par suite, si, dans une étude des Algues productrices du kanten, on cite plusieurs *Gelidium*, le *G. corneum* ne doit pas être considéré, il me semble, comme l'un des principaux générateurs de gelée, mais seulement comme ayant la signification d'espèces incomplètement déterminées. La figure 19 représente, en demi grandeur naturelle, la plus grande espèce de *Gelidium* de nos côtes,

[1] Hidesaburo MATSUI. — *Chemical Studies in some marine Algæ, chief Material of « Kanten »*, Journal of the College of Agriculture, t. V, N° 4. Tokyo, 1916.

qui constitue de volumineuses touffes accessibles seulement par les grandes marées. TURNER, qui la connaissait d'après des exemplaires récoltés à Cadix, car la plante était encore inconnue sur les bords de la Manche où elle est rare, la considérait comme une variété *sesquipedalis* du *G. corneum* ; THURET l'a élevée au rang d'espèce sous le nom de *G. sesquipedale*, et la figure 19 donne une idée générale des autres espèces du genre.

Fig. 19. — *Gelidium sesquipedale* Thur.

Un brin séparé d'une touffe volumineuse, récoltée à Guéthary en avril. — 1/2 gr. natur.

L'espèce la plus recherchée, *G. Amansii* de LAMOUROUX, ou *Tengusa* des Japonais, est botaniquement connue depuis longtemps ; OKAMURA, l'habile iconographe des Algues du Japon, en a récemment publié plusieurs dessins[1]. C'est, dit-il, une abondante plante vivace, cespiteuse,

[1] K. OKAMURA. — *Icones of japanese Algæ*, Vol. III, Tokyo, 1913, pl. 106.

haute de 10 à 25 cm., croissant depuis le niveau de mi-marée jusqu'à une profondeur de 5 à 14 pieds, suivant les stations[1] ; sa forme étant très variable, des individus isolés pourraient être pris pour des espèces distinctes. Elle est amplement utilisée pour la fabrication du kanten ; et, si je ne me trompe, c'est la seule espèce de *Gelidium* mentionnée dans les *Icones* pour laquelle l'auteur donne cette indication. On supposera néanmoins que d'autres *Gelidium* sont cueillis simultanément et pour le même objet, volontairement ou non. C'est nécessairement le cas du *G.pacificum* Okam. (*Icones*, pl. 126 et 127), haut de 15 à 20 cm., parfois de 30 à 40 cm., vivace comme le *G.Amansii*, mais plus robuste ; il lui ressemble beaucoup, dit l'auteur, et croît souvent près de lui ; les anciens auteurs le confondaient aussi avec le *G.cartilagineum*, dont le mode de ramification est différent. Un autre *Gelidium*, découvert et nommé par Okamura *G.subcostatum*[2], se distingue des autres espèces du genre par la présence d'une nervure saillante ; il croît sur les pierres, dans l'eau profonde, et atteint souvent ou dépasse 1 m. ; une pareille taille doit tenter les plongeurs qui récoltent les matériaux de fabrication du kanten. J'ai déjà parlé de l'espèce douteuse *G.polycladum* Kütz. ; le *G.elegans* du même Kützing est tout aussi problématique. Enfin le *Pterocladia capillacea*, commun aussi en Europe, et très voisin des

[1] La plante qui vit à une certaine profondeur est, dit-on, plus estimée que celle de mi-marée ; c'est sans doute parce que, au Japon comme chez nous, les épiphytes sont plus nombreux sur les plantes intercotidales que sur celles de la profondeur et apportent des impuretés dans la fabrication.

[2] Fr. Schmitz. — *Neue japanische Florideen von K. Okamura*, Hedwigia, vol. XXXIII, 1894, et Okamura, *Icones*, vol. I, pl. 46.

Gelidium, est sans doute récolté pour le même usage ; OKAMURA en a donné plusieurs dessins (*Icones*, vol. III, pl. 115). A la même famille des Gélidiacées appartient l'*Acanthopeltis japonica* Okam., plante de forme bizarre, abondante sur les parties chaudes de la côte du Pacifique, haute de 5 à 20 cm., dont les rameaux plats, larges et pour ainsi dire peltés, enserrent l'axe et les branches [1] ; ses rameaux très rapprochés abritent de nombreux épiphytes, Éponges, Bryozoaires, Algues calcaires qui la rendent méconnaissable et gâtent vraisemblablement la qualité du kanten qu'on en retire.

Le *Campylæphora hypneoides* J. Ag. ou *Yego-nori* est aussi très recherché. On le prenait autrefois pour une variété du *Ceramium rubrum*. Haute de 10 à 20 cm., cette curieuse plante constitue, vers 4 à 6 pieds de profondeur, de volumineux amas enchevêtrés sur les branches des *Sargassum* grâce aux crochets recourbés en hameçon, comparables à ceux de notre *Hypnea musciformis*, et qui terminent ses rameaux principaux ; SURINGAR [2], puis OKAMURA (*Icones*, Vol. II, pl. 79), l'ont représentée.

L'*Eucheuma spinosum* (*E. denticulatum* Collins), Algue de forme bizarre et principal producteur de l'agar de Java, se rencontre aussi au Japon. OKAMURA l'a figuré (*Icones*, pl. 61 et 62), mais son texte anglais le concernant se réduit à l'explication des dessins, tandis que son texte japonais est beaucoup plus étendu ; j'ignore si la fréquence de la plante en permet l'exploitation.

Les côtes du Japon abritent encore bien des Algues, et

[1] K. OKAMURA. — *Illustrations of the marine Algæ of Japan*, Tokyo, 1901, pl. 6.

[2] W.-F.-R. SURINGAR. — *Algæ Japonicæ musei botanici lugduno-batavi*, Harlem, 1870, pl. 14.

en particulier divers *Chondrus*, *Gracilaria*, *Gigartina*, etc. qui, *a priori*, fournissent de la gelée. D'ailleurs, le véritable *Tengusa* étant moins commun qu'autrefois par suite de son exploitation intensive, ces différentes espèces sont mélangées à lui dans la fabrication, en proportion variable suivant le soin apporté à la récolte ou au triage, suivant qu'elles sont plus ou moins abondantes sur telle ou telle côte, ou suivant les usines, et ces mélanges concourent à expliquer les diverses qualités du kanten.

D'après l'analyse d'un Mémoire de Yoichiro TAKAO (*Sur quelques Algues marines qui sont employées à la fabrication de l'Agar-Agar*, Yakugakuzasshi, 1916), publiée dans le *Journal de pharmacie et de Chimie*, t. XV, Paris, 1917, les principales Algues marines exportées de Formose pour la préparation de l'agar, sont les *G. Amansii* Lam., *G. pacificum* Okam., *G. subcostatum* Okam., *G. japonicum* Okam., *Pterocl. capillacea* Born. et Thur. Le mucilage des trois premières donne une coloration violette avec l'eau iodée, réaction qui fait défaut avec celui des deux autres. Par hydrolyse, toutes ces espèces donnent du galactose, de petites quantités de fructose et d'arabinose; par oxydation, elles donnent de l'acide mucique, mais pas d'acide saccharique.

L'agar-agar a des usages multiples. Au Japon, les meilleures qualités sont employées pour la préparation de gelées culinaires, de plats sucrés. On s'en servait aussi en Europe pour le même usage, lorsque le prix élevé des œufs pendant la guerre a récemment contribué à en propager l'usage dans les familles ; on vend sous des noms variés des poudres composées d'agar, de chocolat, etc., qu'il suffit de jeter dans le lait bouillant pour obtenir

après refroidissement une préparation ferme et consistante servie comme entremets. On dira au chapitre suivant son usage médicamenteux.

Les qualités moins fines, en remplaçant les empois et les gommes, servent dans le façonnage des papiers, des étoffes ; l'agar rend aussi des services pour certains procédés de moulage. Enfin, tous les laboratoires l'utilisent maintenant, sous le nom de gélose, comme support solide des matières nutritives qu'on y incorpore pour la culture des microorganismes à des températures que la gélatine animale ne supporterait pas sans fondre ; on recommande généralement la dose de 15 grammes par litre d'eau, et tous les traités de technique donnent les procédés de préparation.

On lit dans la brochure de Salle et C^ie^, imprimée en 1910 ou 1911 : « La vente de l'agar-agar, en France, suit forcément les fluctuations du marché et cette drogue qui, en 1900, était vendue 4^fr^,75 est tombée à 3^fr^,30 le kilo en 1904 ; depuis, son prix monte graduellement et après avoir été cotée 3^fr^,90 en 1909, elle vaut actuellement 4^fr^,50 ». Les prix ont beaucoup monté pendant la guerre ; en 1919, le commerce de gros la vendait 20 francs le kilo.

Pour préparer des mucilages ou des gelées à l'aide d'Algues indigènes, on n'utilise guère en Europe que le mélange de *Chondrus crispus* et de *Gigartina mamillosa* ; c'est le *Fucus crispus* des pharmaciens, appelé aussi *Mousse d'Irlande* (*Irish moss* des Anglais), *Petit goémon*, *Goémon frisé*, *Goémon blanc*, *Lichen Carragaheen* (qu'on écrit aussi *Carragahen*, *Carragheen*, *Carrageen*, *Carraigen*) nommé parfois simplement *Lichen*, comme sur les

côtes de Bretagne et dans le commerce de la droguerie. Il ne faut pas le confondre avec la *Mousse d'Islande* ou *Lichen d'Islande*, qui est un vrai Lichen, *Cetraria islandica.*

Ces deux Algues croissent plus ou moins mélangées sur les rochers qui découvrent à basse mer, en touffes isolées ou en gazons plus ou moins étendus, hauts de quelques centimètres, atteignant même une quinzaine de centimètres ; on les trouve toute l'année ; elles abondent en Bretagne, plus encore sur la côte britannique et particulièrement en Irlande. Leur coloration varie beaucoup, surtout celle du *Chondrus* ; elle est d'un pourpre foncé ou pourpre brun quand la plante reçoit une lumière atténuée ; en été, dans les stations bien éclairées, elle est d'un vert aussi clair et aussi net que celui d'une Chlorophycée ; on trouve naturellement toutes les teintes intermédiaires. Lorsque, à mer basse, le *Chondrus* de teinte purpurine reçoit, dans l'eau, directement les rayons solaires, ses sommets brillent d'une merveilleuse iridescence azurée qui cesse dès que la plante estretirée de l'eau ou qu'elle n'est plus directement ensoleillée.

La forme du *Chondrus* est aussi variable que sa teinte : LAMOUROUX l'appelait *C. polymorphus* et les nombreux dessins qu'il lui a consacrés montrent ses extraordinaires variations[1]. Les formes les plus accentuées avaient reçu autrefois un nom de variété, comme celles du *Gelidium corneum*, mais tandis que celles-ci, mieux étudiées, sont maintenant interprétées comme des espèces distinctes, les algologues ont à peu près renoncé à mettre de l'ordre dans les formes de *C. crispus* et abandonnent générale-

[1] LAMOUROUX. — *Dissertations sur plusieurs espèces de Fucus, peu connues ou nouvelles*, Paris, 1805.

ment les anciennes désignations des variétés. La figure 20 représente cinq formes; je l'ai empruntée à DARBISHIRE,
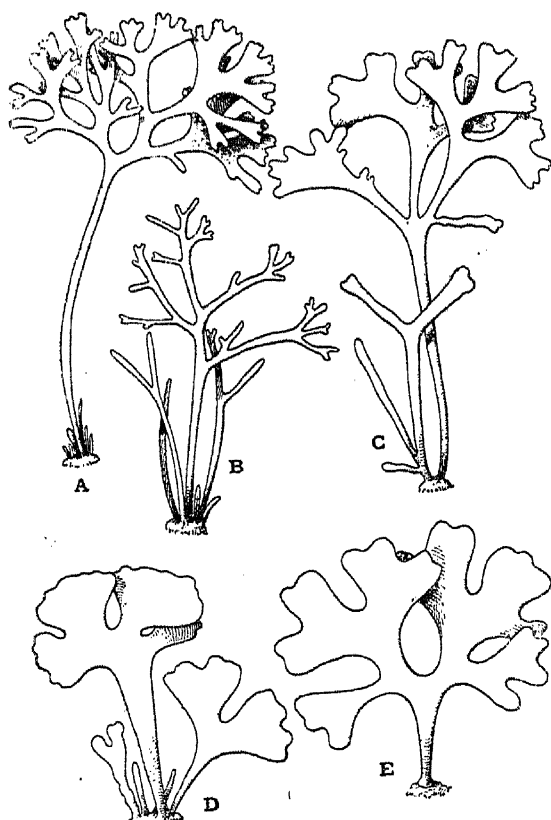
Fig. 20 — *Chondrus crispus* Stackh.
Diverses formes de la plante à l'île de Man, d'après les dessins de O.-V. DARBISHIRE. — 1/2 gr. natur.

auteur d'une monographie de l'espèce[1], parce qu'il les a récoltées en une même localité (sud de l'île de Man) et

[1] Otto V. DARBISHIRE. — *Chondrus*, Liverpool marine biology Committee Memoirs, t. IX, Londres, 1902.

presque le même jour ; d'ailleurs, des individus dont le sommet, bien plus ramifié que sur le dessin *A*, n'est plus dessinable directement, ne sont pas rares ; on dit que les frondes larges se rencontrent dans les stations élevées et abritées, plus encore dans les estuaires, et que les frondes grêles vivent au niveau inférieur, particulièrement sur les rochers battus par la mer ouverte, mais ce n'est pas une règle absolue. D'un disque fixateur, s'élèvent plusieurs frondes dressées ; la base de chacune, d'abord étroite et plus ou moins cylindrique, s'aplatit et s'élargit progressivement en lame mince et se ramifie en éventail dans un même plan par bifurcations sucessives ; toutefois, on ne peut généralement pas l'étaler sans que les branches se recouvrent l'une l'autre, car elles sont parfois tellement nombreuses qu'elles constituent un ensemble très touffu. Les organes reproducteurs forment de légères proéminences plus foncées sur les dernières ramifications.

Le *G. mamillosa* (fig. 21) doit son nom spécifique aux nombreuses proliférations sphériques, ou ovales allongées, ou plus ou moins pédicellées qui couvrent une de ses faces ou quelques points de l'une de ses faces. Ces proliférations sont stériles, ou renferment des organes reproducteurs, ou même deviennent de vrais rameaux ; la plante est alors facile à distinguer du *Chondrus*. Quand elles manquent, le *Gigartina* se reconnaît à la courbure en gouttière du thalle, bien qu'elle n'affecte pas toujours toutes les branches. Néanmoins, la distinction des deux espèces est parfois difficile sur des exemplaires du commerce blanchis par un trop long séjour dans l'eau ; pour reconnaître des exemplaires secs, non blanchis, il est souvent utile de leur rendre leur forme normale en les mouillant. Enfin, bien des individus de prin-

temps, encore jeunes, manquent entièrement de proliférations.
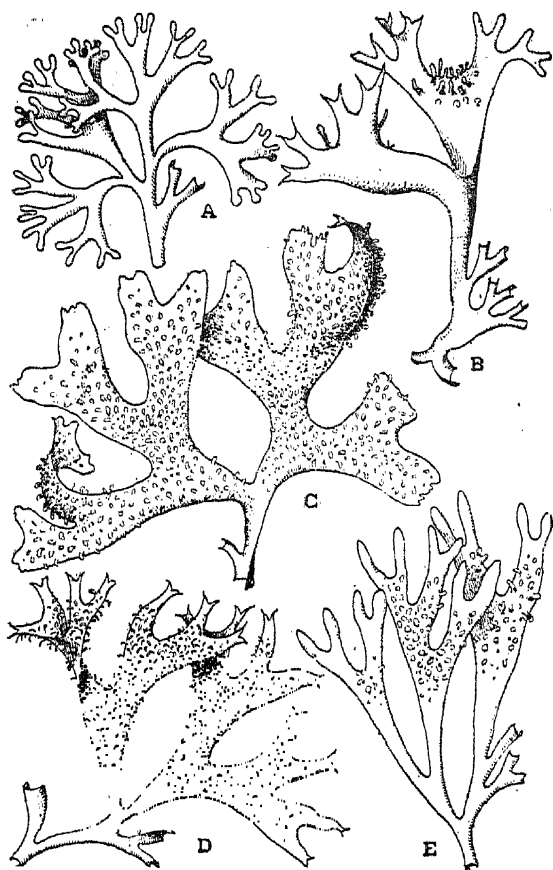
Fig. 21. — *Gigartina mamillosa*, J. Ag.
Diverses formes de la plante d'après des individus récoltés en novembre, à Roscoff. — 1/2 gr. natur.

Dans la drogue industrielle ou pharmaceutique, connue sous le nom de *Lichen*, les deux espèces sont toujours mélangées, car les collecteurs les ramassent indistincte-

ment, mais en proportions variables avec la saison, la station, la localité.

Le Lichen fait l'objet d'un commerce important en Bretagne[1], aux îles de Noirmoutiers, d'Oléron, etc. D'après P. Gloess, on en récolte en France environ 2 000 tonnes par an. Réglementée comme celle du goémon de coupe, sa récolte s'effectue pendant la belle saison, du 1er mai au 25 octobre à Roscoff. Les récolteurs, qui sont surtout des femmes et des enfants, circulent dans la zone inférieure du *F. serratus*, parmi l'*Himanthalia* et les Laminaires, arrachent à la main ou coupent les touffes de « Lichen », en remplissent des sacs ou des paniers qu'ils montent sur la grève pour le faire égoutter. Ils se hâtent, car les heures favorables ne sont pas longues et la concurrence est parfois vive, aussi le lichen est-il mélangé à toutes sortes d'impuretés ; après un triage grossier, on le transporte sur des brouettes, des ânes ou des barques, dans un endroit où on l'étale à l'air libre, après l'avoir lavé, à l'eau douce si l'on peut, lavage qui facilite la dessiccation et le blanchiment. Celui-ci se fait d'autant mieux que le Carragaheen reçoit plus de soleil pendant le jour, plus de rosée pendant la nuit ; une pluie légère, suivie de quelques heures de soleil, active le blanchiment, surtout si elle survient lorsque la plante a déjà commencé à changer de teinte, mais une pluie trop longue ou trop violente endommage la plante, fait fondre les extrémités jeunes qui deviennent gluantes et ensuite ne sèchent plus que lentement ; le *Chondrus crispus* en souffre plus, semble-t-il, que le *G. mamillosa*. En septembre, j'ai

[1] F. Guéguen. — *Le Carragaheen : ses emplois pharmaceutiques et industriels et sa récolte en Bretagne*, Bulletin des Sciences pharmacologiques, t. X, Paris, 1904.

étalé sur une toile, au Laboratoire de Roscoff, une certaine quantité des deux espèces mélangées fraîchement cueillies; chaque jour, je les retournais avec soin ; elles reçurent quelques petites pluies, et, après une dizaine de jours, tous les individus étaient entièrement d'un blanc d'ivoire, quand ils étaient humides ; les sommets étaient inaltérés ; un droguiste compétent m'a dit n'avoir jamais vendu d'aussi beau Lichen. En séchant, la plante jaunit, prend une consistance cartilagineuse et finalement devient cassante. En mai, j'ai exposé sur la terrasse du Laboratoire de Banyuls (Pyrénées-Orientales) du Carragaheen recueilli à Roscoff ; à cause du vent, je dus le fixer en petits paquets sur une toile grossière et, comme aucune rosée ne se déposait pendant la nuit, j'arrosais les paquets deux ou trois fois par jour ; les parties superficielles n'ont pas tardé à blanchir, mais, après trois semaines, les parties profondes en contact avec la toile avaient à peine modifié leur couleur, bien que le soleil fut très vif dans la journée, ce qui montre bien la nécessité de remuer et retourner la plante. D'ailleurs, l'année précédente, du Carragaheen exposé pendant plus de deux mois d'été dans un jardin de Bordeaux avait très incomplètement blanchi, bien qu'il fut retourné de temps en temps ; l'expérience répétée l'année suivante hors de ville, en avril et mai, sur un espace bien exposé, a parfaitement bien réussi en une quinzaine de jours. D'autres espèces d'Algues rouges, comme le *Gigartina pistillata*, le *G. acicularis*, le *Gymnogongrus patens*, etc.. aussi vertes que le *Chondrus crispus*, sinon presque blanches quand elles croissent sur des rochers exposés à la pleine lumière, et qui possèdent aussi la propriété de gélatinisation, se comportent exactement de même quand on les fait blanchir à l'air, et subissent les

mêmes modifications quand la pluie les mouille trop. Le *Rhodymenia palmata* blanchit facilement sans se gélifier. D'autres, comme l'*Halopithys pinastroides* noircissent.

Les récoltants vendent le Carragaheen blanchi à des négociants en gros ; le blanchiment se complète parfois par l'exposition aux vapeurs d'anhydride sulfureux. La qualité n'est pas uniforme ; la meilleure est composée d'individus à brins plus fins et plus propres ; la dernière se compose de plantes larges mélangées à une forte proportion d'impuretés.

En Irlande, on en récolte plus qu'en France. Les Etats-Unis sont aussi un pays producteur. D'après Smith[1], toute la *mousse d'Irlande* utilisée aux Etats-Unis jusqu'en 1835 s'importait d'Europe et se vendait un prix très élevé (1 à 2 dollars la livre) ; on s'aperçut alors qu'elle croît en abondance sur la côte du Massachusetts ; on l'exploita aussitôt et elle donne lieu à un commerce d'une certaine importance en particulier à Hingham (d'après Farlow). Comme chez nous, les deux espèces sont mélangées. D'après Smith, une petite partie seulement se récolte à la main, la plus grande partie à bord de bateaux, à l'aide de râteaux spéciaux munis d'un manche long de 15 pieds et dont la tête, large de 12 à 15 pouces, porte 24 à 28 dents longues de 6 pouces ; ce mode de récolte indique l'abondance de la plante en larges gazons sur des rochers plats, et je ne connais guère d'endroits, en Bretagne, où il serait praticable. Cette abondance est d'ailleurs assez inégale et varie selon les années. Le

[1] Hugh M Smith. — *The utilization of seaweeds in the United States*, Bulletin of the Bureau of Fisheries, t. XXIV for 1904, Washington, 1905.

Carragaheen d'Amérique est, dit-on, supérieur en qualité à celui de Bretagne parce qu'il est moins encombré de Bryozoaires et d'autres épiphytes ; c'est possible, mais le soin apporté à la préparation y est sans doute pour quelque chose. D'après SMITH, la plante débarquée est lavée à l'eau salée puis étendue au soleil sur la grève ; après 24 heures d'exposition par un beau temps, elle s'est ratatinée ; on lave de nouveau pour l'étendre ensuite ; cette opération de nettoyage est renouvelée habituellement trois fois, parfois même jusqu'à sept fois Après le dernier lavage, on l'étend dans un endroit ensoleillé jusqu'à complet blanchiment ; si la pluie menace, on la met rapidement en tas que l'on couvre d'une bâche.

Je doute que l'on prenne autant de soins chez nous ; au lieu d'éviter la pluie, bien des collecteurs la désirent. Plusieurs des produits commerciaux que j'ai eus entre les mains eussent facilement pu être mieux préparés. Ils avaient été trop mouillés, soit parce qu'on les avait laissés séjourner trop longtemps dans l'eau douce pour en hâter le blanchiment, soit parce qu'ils avaient reçu trop de pluie, soit parce qu'ils avaient été étalés en couche trop épaisse ou pas assez remuée, ou sur un sol trop peu perméable. Dès qu'on mettait le lichen dans l'eau douce pour le gonfler et le laver, les parties jeunes (du *Chondrus* plus que du *Gigartina*) tombaient en deliquium gluant, et l'eau de lavage collait aux doigts ce qui, dans une utilisation industrielle qui nécessiterait un lavage préalable, entraînerait une importante perte de matière. Quand le *Chondrus* est touffu, ses rameaux s'enchevêtrent, forment une tête compacte qui abrite des animaux variés, retient l'eau et sèche mal ; ces rameaux se gonflent, se soudent entre eux et plus tard, au moment de l'usage,

tomberont en purée. Cela serait très facile à éviter. Ces têtes compactes devraient être dissociées à la main, car les brins épars de la plante blanchissent plus vite et plus uniformément que ceux qui sont amassés : on devrait aussi les séparer de certains épiphytes, comme les *Chylocladia*, qui sèchent mal et gâtent le lichen. On se demande, d'ailleurs, s'il ne vaudrait pas mieux préparer, tout au moins pour les usages industriels, du lichen simplement bien dessalé par la rosée et bien sec, incomplètement blanc, puis parfaire le blanchiment, si celui-ci est nécessaire, par des moyens chimiques. En outre, le lichen commercial laisse tomber au déballage trop de débris calcaires, coquilles de *Spirorbis* débris de Corallines, etc. faciles à éviter aussi. Si, alors que le lichen étalé est encore humide de rosée, par conséquent élastique, on le battait doucement avec un fléau, comme font les Japonais pour leur tengusa, beaucoup de ces impuretés se détacheraient : la marchandise pèserait moins, mais, renfermant à poids égal plus de matière utile, elle se vendrait plus cher, à la condition, toutefois, que les négociants consentissent à payer le lichen un prix rémunérateur et moins variable d'une année à l'autre. Un collecteur de l'île de Batz m'a dit avoir vendu le sien, en 1919, 25 francs le quintal de 50 kilogrammes, en 1918, de 30 à 50 francs suivant la qualité ; de 1911 à 1917, le prix variait de 15 à 25 francs et il était seulement de 10 francs en 1910. Les îles éloignées du continent, comme l'île d'Ouessant, sont moins favorisées ; le lichen s'y rencontre en quantité prodigieuse et il est remarquablement propre, mais on ne le récolte plus ou presque plus, me dirent les habitants, car le prix de vente en est trop faible ; en 1918, on l'a vendu 9 francs le quintal, c'était un prix

exceptionnel, encore jamais obtenu, car les années précédentes on en obtenait seulement quelques francs, parfois même 2 francs, et encore l'acheteur exigeait-il 60 kilogrammes au lieu de 50 pour le couvrir de ses frais d'emballage et autres ; c'était vraiment abuser de l'isolement des insulaires.

Le mucilage du carragaheen a de nombreuses applications industrielles ; on a vu plus haut ses qualités comme apprêt des tissus ; les papeteries l'emploient aussi pour donner du corps au papier ; les fabriques de chapeaux de paille et de chapeaux de feutre l'emploient au même usage ; il sert aussi à clarifier la bière, le miel, etc. [1].

Sur nos côtes de Bretagne, beaucoup de familles s'en servent pour préparer des entremets ; le lichen blanchi (par la famille, ou acheté chez le pharmacien), après avoir été lavé et mis à gonfler dans l'eau douce, est coupé en morceaux ; mis dans du lait que l'on fait bouillir, on obtient par refroidissement une gelée dont la fermeté, pour une durée d'ébullition convenable, dépend de la quantité de carragaheen employée. Une simple précaution est à recommander : l'Algue, et en particulier la base des tiges, laissant un résidu, le liquide doit être passé à chaud sur un tamis fin, ou mieux l'Algue est mise à cuire dans un petit sac de mousseline qu'on étreint à chaud ; on parfume comme pour une crème. L'Algue blanche et propre ne donne aucun goût au lait. Cette facile recette culinaire était connue en France bien avant que l'agar fut à la mode. Le carragaheen augmente peu ou point la valeur alimentaire du lait ; sa propriété gélatinisante

[1] TSCHIRCH, article *Carrageen*, in MOELLER et THOMS, Real-Enzyklopädie der gesamten Pharmazie, t. III, Berlin, 1904.

fournit simplement un mode de présentation plus apprécié qu'une tasse de lait.

Nous avons vu que l'usage de l'agar s'est répandu dans tous les laboratoires de microbiologie pour la préparation des milieux solides de culture. On n'y a songé que tardivement. En 1885, MIQUEL recommanda l'emploi du lichen[1]. MIQUEL rappelle, dans son Mémoire, que les botanistes savaient depuis longtemps cultiver les moisissures et les bactéries sur des tranches de fruits, de pommes de terre, des gelées d'os, de peau, etc. ; que SCHOENAUER, son prédécesseur à l'Observatoire de Montsouris, semait les germes de l'air sur des gélatines de diverses origines : colle de pâte, gélatine alimentaire, ichthyocolle ; et que lui-même, en 1878, avait eu l'idée de les nutrifier avec du bouillon de bœuf. KOCH comprit le parti à tirer de ces milieux solides dans la séparation et la détermination des espèces bactériennes ; il fit aussi des gelées avec du sérum du sang chauffé six jours de suite à 58° pour le stériliser. Mais ce chauffage périodique stérilisait incomplètement le milieu ; MIQUEL eut l'idée de préparer une gelée fondant seulement entre 55° et 60° et qui pourrait être stérilisée à 110° sans perdre la faculté de se solidifier ; pour cela, il s'adressa au carragaheen ; il décrit ainsi son procédé (*loc. cit.*, p. 570) :

« Dans 10 litres d'eau on ajoute 300 grammes à 400 grammes de *Fucus crispus* ; après une digestion à 100°, prolongée pendant plusieurs heures, on passe le décocté à travers un tamis, qui retient les frondes muci-

[1] Dr MIQUEL. — *Septième Mémoire sur les organismes microscopiques de l'air et des eaux*, Annuaire de l'Observatoire de Montsouris pour l'an 1885, Paris, 1885.

lagineuses du carraghen ; le *filtratum*, de nouveau porté à l'ébullition, est passé à l'étamine dans un entonnoir à filtration chaude ; la liqueur obtenue est évaporée au bain-marie, puis versée dans de larges cuvettes de porcelaine ; la gelée une fois bien prise et refroidie, on la détache de la cuvette et on la place à l'étuve à 40° et 45°, sur un filet à mailles serrées tendu sur un cadre en bois. Une fois sèche, la gelée de lichen a l'aspect de la gélatine ; il suffit d'en ajouter 1 °/₀ au bouillon pour le rendre apte aux cultures solides à 45° et même 50°. »

Le procédé de MIQUEL, à peu près oublié aujourd'hui, rendit des services dans les laboratoires, mais la préparation était une perte de temps qu'on évite en s'adressant au produit commercial oriental.

La consommation du carragaheen, comme celle de l'agar, va en croissant et la quantité de matière première est limitée ; les réglementations empêchent la dévastation des côtes sans pouvoir augmenter la quantité d'Algues à exploiter. D'autres Algues de nos côtes seraient utilisables de la même façon et des recherches se poursuivent actuellement dans ce but ; aucune, toutefois, ne semble aussi abondante que les deux constituants du lichen, tout au moins dans la zone intercotidale où la cueillette peut se faire à la main. D'autres régions fourniraient sans doute le produit cherché ; le *Gelidium cartilagineum* Gaill., par exemple, l'une des plus grandes espèces du genre[1], abonde, dit-on, au Cap de Bonne-Es-

[1] On voit parfois écrit *G. cartilagineum* Grev., tandis qu'il faut écrire *G. cartilagineum* Gaill.. GAILLON ayant créé cette combinaison binominale (*Dictionnaire des Sciences naturelles de* LEVRAULT, t. LIII, Paris, 1828, p. 562), comme GREVILLE lui-même le reconnaît (*loc. cit.*, 1830 p. LVII).

pérance ; Turner disait, voici un siècle (*loc. cit.*, pl. 124) qu'il s'y trouve « in immense profusion » ; des fragments d'échantillons d'herbier, que j'ai soumis à l'ébullition dans l'eau m'ont donné une belle gelée ferme ; autant que je sache, cette plante n'est pas exploitée. L'examen des collections de plantes australiennes laisse supposer aussi que plusieurs espèces pourraient être utilisées. On ne s'en est guère occupé aux Etats-Unis ; d'après Mc Farland (*Fertilizer resources*, p. 203), les *Gigartina radula* Ag. et *G. spinosa* Kütz, se trouvent en abondance à Point Pinos, Monterey Bay, vers le niveau de la basse mer, parmi les *Laminaria*.

Depuis le Mémoire de Payen, divers travaux ont été publiés sur la composition chimique de l'agar et autres gélatines végétales ; le traité d'Abderhalden (*loc. cit.*) en donne l'énumération ; les résultats obtenus ne sont peut être pas proportionnés aux efforts dépensés ; la gélose de Payen n'est plus considérée comme une substance à part ; elle rentre parmi les galactanes et on a proposé de la nommer δ *galactane*. Les auteurs obtiendraient peut-être des résultats scientifiques plus précis en s'adressant à des espèces pures et non à l'agar préparé dans de multiples fabriques avec des espèces variées, ou au carragaheen des officines composé au moins de deux espèces n'ayant peut-être pas entièrement la même nature chimique. Analyser avec précision un agar du commerce n'est intéressant que si l'on retire des corps nouveaux ou inattendus, ou si l'on observe des propriétés remarquables, mais cela ne peut établir la composition type d'une matière dont le pourcentage des constituants est nécessairement variable. A titre d'indication, je rapporte qu'on a retiré du carra-

gaheen (matière brute) 28 % de galactane, que l'agar de Ceylan contient 36,70 % de gélose et celui du Japon 60 %.

GREENISH [1], analysant le *Grac: lichenoides* (sous le nom de *Fucus amylaceus*), y trouve sept hydrates de carbone qui sont tous des polysaccharides : 1° un mucilage soluble dans l'eau froide ; 2° de la gélose, à laquelle il donne la formule $C^{24}H^{38}O^{19} = 4\,(C^6H^{10}O^5) - H^2O$; 3° de l'amidon trouvé dans l'eau de lavage de celle-ci ; 4° une substance voisine de la pararabine de REICHARDT ; 5° de la métarabine ; 6° du xylane ; 7° de la cellulose.

Comme pour les Algues brunes, nous devons à KYLIN (*loc. cit.*) les recherches les plus méthodiques sur les Algues rouges. La cellulose constitue la paroi interne des cellules ; sa présence semble générale ; cependant, deux Bangiacées, *Porphyra laciniata* et *Bangia fusco-purpurea*, en paraissent dépourvues, bien qu'une autre Bangiacée, *Erythrotrichia ceramicola*, en renferme. Parfois gonflée en substance intercellulaire, la lamelle moyenne est formée de composés pectiques où l'on reconnaît le pectate de calcium. Au point de vue de la matière extraite par ébullition dans l'eau, KYLIN a étudié trois espèces. Le mucilage du *Ceramium rubrum* et du *Furcellaria fastigiata* se prend en gelée ferme en refroidissant ; il précipite par le sulfate d'ammoniaque et par le sous-acétate de plomb, mais pas par l'acétate neutre ; il précipite par l'alcool, donne les réactions ordinaires des pentoses et son oxydation par l'acide nitrique fournit de l'acide mu-

[1] GREENISH, *Untersuchung des Fucus amylaceus*, Sitzungsber. Naturforsch. Gesellschaft Dorpat. t. VI, 1881. Cité d'après l'analyse du *Botanisches Centralblatt*, t. XI, Cassel, 1882.

cique. Le mucilage du *Dumontia filiformis* ne gélatinise pas par le refroidissement, ne précipite pas par le sulfate d'ammoniaque, mais précipite par le perchlorure de fer et par le sous-acétate de plomb, le premier précipité étant difficilement et le second facilement soluble dans l'acide acétique; le mucilage offre les réactions ordinaires des pentoses et son oxydation par l'acide nitrique donne de l'acide mucique. Ces trois mucilages fournissent du galactose par l'hydrolyse. Ils sont donc voisins, mais appartiennent néanmoins à deux groupes, le premier, *Ceramium* et *Furcellaria*, est voisin du carragaheen, le second, *Dumontia*, en est différent.

Voyons maintenant la nature des matières incluses dans les cellules.

A l'inverse des Algues brunes, les Floridées renferment, comme matière de réserve, de l'amidon, mais d'une sorte spéciale, connue sous le nom d'« amidon des Floridées », dont les auteurs se sont souvent occupés. Au lieu de se colorer en bleu par l'iode, il se colore en rouge, rouge violet, brun violet ou bleu violet, ce qui a été attribué à sa transformation plus ou moins complète en amylodextrine. Il y a aussi, chez les Phanérogames, des grains d'amidon qui se colorent en rouge ; l'amidon des Floridées tiendrait à la fois des deux états extrêmes. D'ailleurs, tous les grains d'une même coupe traitée par l'iode ne prennent pas la même coloration, et celle-ci dure peu ; leur forme, au lieu d'être celle de grains véritables, comme chez les Phanérogames, a plus ou moins celle d'une écuelle. Ils naissent sur les chromatophores ou sur des leucoplastes, puis s'en détachent et continuent à grossir dans le protoplasme; on trouvera le résumé de ces détails morphologiques, d'après les auteurs, dans le traité d'OLTMANNS. J'ai

cité ici cet amidon des Floridées pour concourir à expliquer la coloration de certaines gelées par les réactifs iodés, mentionnée par les auteurs.

En broyant le *Furcellaria fastigiata*, KYLIN a extrait son amidon : l'hydrolyse par SO^4H^2 à 5 % fournit un sucre dextrogyre. La solution traitée par la phénylhydrazine acétique ne produit pas à froid des cristaux de dérivés hydraziniques, ce qui indique l'absence de mannose ; les cristaux se forment seulement à chaud, et abondamment; leur point de fusion à 204° correspond à l'osazone du glucose. L'hydrolyse fournit donc du glucose. La diastase du malt attaque promptement l'amidon transformé en empois par l'eau chaude, tandis que les grains intacts ne sont pas liquéfiés.

Dans son Mémoire sur la *mannite*, STENHOUSE a indiqué la présence de cette substance chez une Floridée, le *Rhodymenia palmata*, mais KYLIN n'a pu y constater sa présence, ni sur la plante fraîche, ni sur la plante séchée ; ses efflorescences cristallines de saveur sucrée seraient dues au *tréhalose* et non à de la mannite. Il pourrait se faire, d'ailleurs, que la mannite manquât aux Floridées, tout au moins les espèces où l'auteur l'a cherchée : *Ceramium rubrum*, *Chondrus crispus*, *Furcellaria fastigiata*, *Porphyra laciniata*, *Cystoclonium purpurascens* n'en présentent point. Nous avons vu, au précédent chapitre, qu'elle abonde chez les grandes Algues brunes.

Des fragments de Floridées, chauffés avec la liqueur de Fehling, ne la réduisent pas. En apparence, le *Furcellaria fastigiata* fait exception, mais le phénomène tient à la présence d'une espèce de tanin et non d'un sucre réducteur. Cependant, en opérant sur de grandes quantités (70 grammes de matière sèche), KYLIN a rencontré des

traces de glucose chez les diverses espèces mises en expérience, où, comme chez les Algues brunes, il est préformé et n'apparaît pas pendant la réaction. Ici aussi, sa présence a un intérêt théorique, comme produit de l'assimilation ; il se condenserait presque aussitôt en amidon ; toutefois, chez certaines espèces, une partie se transformerait en tréhalose. La proportion de tréhalose varie : 14,8 % du poids sec chez le *Rhod. palmata*, 4,4 % chez le *Chond. crispus*, 2,3 % chez le *Cystocl. purpurascens*, 2,1 % chez le *Furcell. fastigiata* ; son absence complète chez le *Ceram. rubrum* est remarquable. Toutes ces espèces avaient été récoltées en juillet.

CHAPITRE V

UTILISATION DES ALGUES MARINES POUR L'ALIMENTATION DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

SOMMAIRE. — I. Alimentation de l'homme.

Emploi actuel très restreint dans les pays septentrionaux. — Emploi ancien en Islande. — *Alaria esculenta*, *Porphyra*, *Rhodymenia palmata*, etc. — Emploi dans les pays orientaux. Amanori et ses variétés. Importance du Kombu dans l'alimentation japonaise. — Algues mangées aux iles Sandwich. — Digestibilité des Algues marines.

II. Alimentation des animaux.

Iles du Finistère, Islande, Norvège. — Expériences d'ADRIAN, de LAPICQUE, de SAUVAGEAU et MOREAU sur le cheval. — Digestibilité des Algues marines. — Les herbivores marins ; la Diatomée bleue et le verdissement des huîtres.

Edm. PERRIER dit dans son article sur les Algues marines alimentaires (*loc. cit.*) : « Depuis longtemps, on mange, sous le nom de *tangle*, sur les côtes d'Angleterre et de Norvège, les jeunes tiges de Laminaires ; une espèce de *Fucus*, l'*Alaria esculenta*, est l'aliment ordinaire des populations littorales de l'Irlande, de l'Ecosse, du Danemark et des îles Feroë ». Ceci semble écrit pour inviter le lecteur à suivre l'exemple des peuples septentrionaux. D'autres auteurs font aussi allusion aux Algues marines employées par l'homme pour sa nourriture dans le Nord et en Orient, et regrettent que nous ne sachions pas les

utiliser ; j'entends ici comme nourriture les Algues qui se mangent crues ou plus ou moins cuisinées, et non celles qu'on emploie comme artifices culinaires, pour préparer des gelées ou pour épaissir des sauces ou des potages ; dans ce dernier cas, en effet, ce n'est pas à proprement parler l'Algue elle-même qui est utilisée, c'est la substance extraite, produit industriel ou qui peut être industrialisé. Toutefois, la plupart des auteurs semblent s'inspirer de ce que GREVILLE (*loc. cit.*), HARVEY[1] ou leurs prédécesseurs ont écrit à ce sujet, et bien peu disent qu'ils essayèrent d'en manger ; on ne cite cependant aucune espèce vénéneuse[2] ; STANFORD lui-même manquait d'expérience personnelle et s'il expose en 1862 les diverses espèces comestibles, c'est, dit-il, d'après les Mémoires de P.-L. SIMMONDS et du Dr MACGOWAN ; en 1883, il estimait néanmoins que les Algues devraient être aussi recherchées que les Champignons, car elles sont aussi riches en produits alimentaires, raisonnement qui est un peu trop chimique.

On remarquera aussi que les auteurs citent toujours les mêmes pays comme consommateurs d'Algues ; ce sont :

[1] W.-H. HARVEY. — *Nereis boreali americana*, Smithsonian Institution, Washington, 1852-1858 — *Phycologia britannica*, et *A Manual*. Je nomme GREVILLE et HARVEY parce que leurs ouvrages sont très répandus. GREVILLE, écossais et habitant d'Edimbourg, par conséquent en situation d'être bien et directement documenté, emprunte néanmoins à LIGHTFOOT, GMELIN, GUNNER, etc., une partie de ses renseignements.

[2] En divers points des côtes de Norvège et particulièrement du Finmark, dit FOSLIE (*Ueber die Laminarien Norvegens*, Christiania, 1884, p. 55), on utilise l'*Alaria*, les *Laminaria flexicaulis* et *L. Cloustonii* rejetés sur la grève, comme succédanés des fourrages pour nourrir les bestiaux pendant l'hiver. Or, à Berlevaag, on évite soi-

d'une part, les pays du nord de l'Europe, particulièrement les contrées où les ressources alimentaires n'abondent pas, et les auteurs sont d'autant moins précis à leur sujet qu'ils sont plus récents ; d'autre part, les pays habités par des Chinois, Japonais, Hawaïens, peuples dont les goûts diffèrent singulièrement des nôtres. La consommation n'est donc pas en voie d'accroissement. Enfin, et ceci paraît très remarquable, ce sont toujours les mêmes espèces qui sont consommées ; on pourrait l'expliquer, il me semble, par la ressemblance de ces Algues avec des plantes cultivées (*Ulva Lactuca*), ou bien parce que l'homme a suivi l'exemple des animaux qui mangeaient celles-là et non les autres (*Alaria esculenta*, *Rhodymenia palmata*), ou encore parce que, dans les temps anciens, des essais ont abouti à un choix transmis par la tradition (*Porphyra*).

Pour éviter une désillusion au lecteur, je veux dire tout de suite que j'ai demandé à M. Kolderup Rosenvinge, directeur du Jardin botanique de Copenhague, qui publie actuellement une magnifique étude d'ensemble sur les

gneusement de récolter en même temps une autre Laminaire digitée, mais noirâtre qui, lui a-t-on affirmé, est très nuisible, produit des accidents comparables au météorisme, pouvant même entraîner la mort. Foslie n'a pas réussi à la récolter ; cependant, la description qu'on lui en a faite rappelle le *L. Gunneri*, et, à défaut d'expériences, il incriminerait plutôt l'un des nombreux animaux parasites de la Laminaire que la Laminaire elle-même.

D'après West (*A Treatise on the British Freshwater Algæ*, Cambridge, 1904), le *Lyngbya majuscula*, qui croît en abondance sur les grèves de corail du golfe de Mannar (Océan Indien), aurait souvent empoisonné des chevaux. Les conditions dans lesquelles cette Cyanophycée vit sur les côtes européennes ne nous laissent guère comprendre comment le fait peut se produire.

Algues du Danemark, si l'on mange beaucoup d'Algues en Danemark, quelles sont les espèces préférées et ce qu'il sait à ce sujet des autres pays septentrionaux. Ma question l'a surpris, car les Danois, m'a-t-il répondu, utilisent les Algues uniquement comme engrais de leurs champs. Au Groenland, que M. Rosenvinge a parcouru précisément pour en étudier les plantes marines, sur lesquelles il a publié deux Mémoires, dont l'un a paru dans nos *Annales des Sciences naturelles*, si les habitants mangent parfois l'*Alaria Pylaii* et le *Rhodymenia palmata*, c'est à titre exceptionnel, et jamais il ne les a vus en faire de récolte[1]. Il a bien voulu aussi interroger notre ami commun, M. F. Börgesen, qui, après plusieurs séjours d'étude aux Feroë, en a décrit la flore marine dans un Mémoire rapidement devenu classique ; or, M. Börgesen n'a jamais vu non plus les habitants manger d'Algues marines et s'ils en offrent à leurs bestiaux c'est exceptionnellement et en temps de disette. L'algologue norvégien, M. Wille, professeur à l'Université de Christiania, lui a dit aussi que les habitants des côtes norvégiennes n'ont guère mangé les Algues qu'accidentellement et en cas de disette ; par contre, comme nous le verrons plus loin, ils les utilisent comme fourrage[2]. Enfin, M. Rosenvinge a obtenu du professeur Th. Thoroddsen, savant islandais résidant à Copenhague une précieuse documentation sur

[1] A. Croall (*Marine Algæ*, in Manual of the Natural History, Geology, and Physics of Greenland, Londres, 1876, p. 276), mentionne cependant que les indigènes mangent l'*Alaria Pylaii*.

[1] M. Rosenvinge m'informe que l'ouvrage de Schübeler (*Viridarium norvegicum*, Christiania, 1886-1889), écrit en norvégien, renferme des renseignements sur l'utilisation des Algues en Norvège dans les temps anciens.

l'Islande. Les deux genres *Rhodymenia* et *Alaria* faisaient jadis partie de l'alimentation normale des Islandais ; en temps de disette, ils mangeaient aussi d'autres espèces dédaignées en temps ordinaire, et les Annales du pays mentionnent que certaines personnes en mouraient. Il faudrait savoir si ces morts étaient dues à un véritable empoisonnement, ce qui est douteux, ou à des espèces trop indigestes pour des organismes affaiblis par la famine. Si les Algues marines ont pour ainsi dire disparu de la consommation humaine en Islande, on verra qu'elles y sont encore une précieuse ressource pour la nourriture des animaux.

On ne nous reprochera donc plus, comme on l'a maintes fois répété récemment dans des journaux, de ne pas savoir profiter, aussi bien que nos frères du Nord, de la nourriture végétale que la mer met à notre disposition avec tant de prodigalité ! Dans les îles de l'Ouest du Finistère, où les Algues marines sont employées, ou ont été employées, pour la nourriture des animaux, l'homme ne les consomme point : de vieux habitants, que j'ai interrogés à l'île d'Ouessant, n'ont même jamais entendu leurs parents faire une allusion quelconque à la comestibilité des Algues ; ils connaissent seulement l'usage du *Lichen* cuit dans le lait, et bien peu s'en servent.

Restent cependant les pays britanniques, où quelques personnes encore mangent des Algues marines, mais bien plus comme condiment que comme nourriture ; d'ailleurs, il serait surprenant que dans un pays comme l'Angleterre, où les champignons comestibles obtiennent peu de faveur, on recherchât les Algues marines plus difficiles à récolter.

Mérat[1] exposait bien la question quand il disait : « Dans les climats où la nature est avare de ses dons, où l'homme trouve à peine de quoi fournir à sa subsistance, celui-ci a dû chercher dans tout ce qui l'entourait de quoi se nourrir. Dans les pays maritimes, les *Fucus*, qui abondent partout, ont présenté aux habitans un mets sinon succulent, du moins plus ou moins propre à sa nourriture journalière... On les mange mêlés en diverses proportions à de la farine ou à d'autres substances nutritives ou seuls, ou cuits dans du lait, etc. Je ne doute point que les *Fucus* ainsi préparés ne fournissent une meilleure nourriture que l'écorce de pin et de bouleau, que les nations du nord, non voisines de la mer, mangent faute de mieux ».

En résumé, si les anciens habitants des régions septentrionales se sont nourris habituellement d'Algues, leurs descendants actuels en ont à peine conservé le souvenir.

Je passe néanmoins en revue, à peu près dans l'ordre botanique, les espèces indiquées comme mangées en Europe, réservant pour un paragraphe spécial les Algues mangées au Japon et aux îles Sandwich. Je m'occuperai ensuite des Algues données aux animaux domestiques.

L'*Ulva Lactuca* (ou sa variété *latissima*) forme de larges lames plus ou moins ondulées, d'un beau vert, répandues dans toutes les mers ; c'est le *green laver* ou *oyster green* des Britanniques qui, disent Greville et Stanford, le mangent à défaut de *Porphyra*. En France, on l'appelle

[1] Mérat, article *Fucus*, in Dictionnaire des Sciences médicales, t. XVII, Paris, 1816.

vulgairement *laitue de mer* bien plus à cause de son aspect que pour l'usage qu'on en fait. Après l'avoir lavé dans l'eau douce, j'en ai préparé une salade ; c'était coriace et cireux et, malgré un bon estomac, j'ai craint d'en éprouver une indigestion. P. Hariot (*Atlas*, p. 5), dit aussi : « Le goût des Algues cuites n'est généralement pas très agréable ; crues, elles sont, dit-on, préférables. Nous n'avons pas conservé un excellent souvenir d'une salade à la laitue de mer (*Ulva Lactuca*) dégustée au cours d'une exploration maritime ».

D'après Greville, on mange en Ecosse les jeunes stipes du *Laminaria digitata* ou *Tangle* et, de son temps, des marchands les criaient dans les rues d'Edimbourg ; il s'agit probablement du *L. flexicaulis*, car le *L. Cloustonii* est plus résistant et ses canaux mucifères en diminueraient sans doute l'agrément. Un Anglais habitant la France, avec qui j'ai été en relations épistolaires au sujet de la comestibilité des Algues marines, m'a affirmé qu'un ami, habitant Belfast, lui avait envoyé, en 1918, un paquet de *Tangle* et de *Dulse* acheté chez une marchande de légumes.

Une très jolie Laminaire de l'Europe septentrionale, l'*Alaria esculenta*, est commune à l'île d'Ouessant, mais elle est rare et sporadique sur nos côtes de la Manche ; elle tend cependant à s'y répandre, et s'est récemment implantée à Cherbourg, où M. Corbière a suivi son extension [1]. La plante croît sur les rochers très battus ; sa longueur est souvent de 2 mètres sur 15 centimètres de largeur. Contrairement aux autres Laminaires de nos côtes,

[1] C. Sauvageau. — *Sur la dissémination et la naturalisation de quelques Algues marines.* Bulletin de l'Institut océanographique, N° 342, Monaco, 1918.

sa lame est parcourue par une nervure saillante, et les parties latérales minces et délicates se déchirent transver-
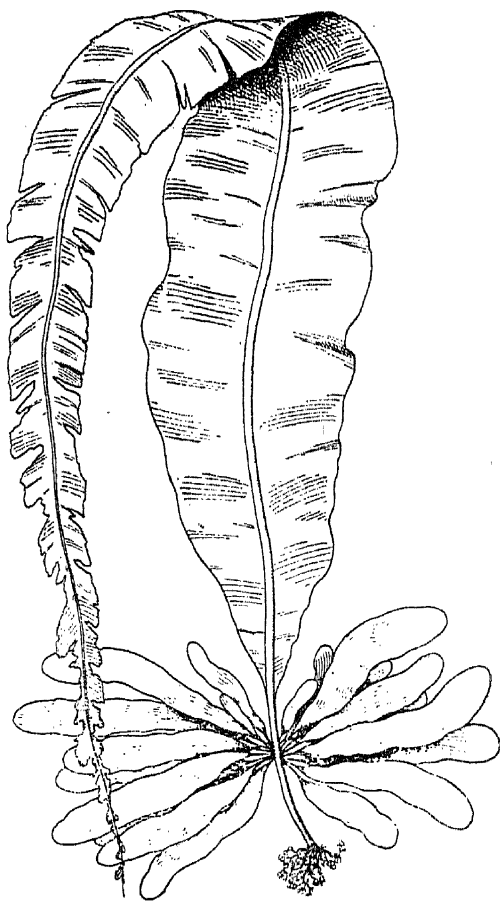
Fig. 22. — *Alaria esculenta*, Grev.
Individu récolté devant la digue de Cherbourg, par M. Corbière, en avril. 1/4 gr. natur.

salement à la manière des feuilles du Bananier. Au lieu de développer ses sores sur la lame, elle produit sur son

stipe des organes foliacés spéciaux ou *sporophylles* sur lesquels ils se localisent (fig. 22).

D'autres *Alaria*, extraeuropéens, sont encore en faveur. Ainsi, d'après Yendo[1], les sporophylles mûrs de l'*A. marginata*, et d'autres grandes espèces, sont des friandises pour les indigènes de l'Alaska, et il a vu les indigènes du Kamtchatka, manger la nervure de l'*A. fistulosa*, comme Ruprecht l'a dit en 1848, Si les *Alaria* sont presque négligés au Japon, malgré leur abondance, c'est que d'autres Algues brunes, *Laminaria* et *Undaria*, qui vivent avec eux, sont préférables comme goût, comme consistance, etc. ; cependant, les Aïnos des îles Kouriles consomment fréquemment les sporophylles mûrs.

L'*Alaria* paraît avoir été l'une des espèces les plus estimées. Son nom spécifique est de Linné ; on peut donc supposer que la plante était mangée de son temps en Scandinavie. De la Pylaie écrit à son sujet[2]. « L'on ne fait à Terre-Neuve, ni en France, aucun usage de cette Algue intéressante, parce que l'on ignore qu'aux îles Féroé elle est recherchée et même estimée parmi les plantes alimentaires. Les habitants la mangent crue ou cuite et trouvent le goût de la moelle de choux à cette côte qui traverse le milieu de la fronde longitudinalement, En Islande, elle figure aussi, diversement apprêtée, parmi les mets de la table du riche aussi bien que sur celle du

[1] Kichisaburo Yendo. — *A Monograph of the genus* Alaria, Journal of the Col ege of Science, Imperial university of Tokyo, t. XLIII, Tokyo, 1919.

[2] De La Pylaie. — *Quelques observations sur les productions de l'île de Terre-Neuve, et sur quelques Algues de la côte de France appartenant au genre Laminaire*, Annales des Sciences naturelles, t. IV, Paris, 1824

pauvre » (*loc. cit.*, p. 179). S'il en était ainsi du temps de De La Pylaie, l'*Alaria* y a bien passé de mode. C'est le *Murlins* des Irlandais, le *Badderlocks* des Ecossais. Turner (*loc. cit.*, pl. 117) nous dit que cette plante est beaucoup mangée en Ecosse ; les parties employées à cet effet sont la nervure dépouillée de son épiderme, qui est très douce, et les sporophylles ; on porte ces derniers au marché seulement quand ils sont épais et charnus, jamais quand ils sont minces et membraneux. Turner dit, d'après Lightfoot, que septembre est sa meilleure saison et qu'on l'emploie pour fortifier l'estomac et restaurer l'appétit dans la maladie appelée pica, ou perversion du goût. Si le *Murlins* et le *Tangle* se mangent encore en Irlande, ce n'est certainement pas sur toute la côte ; Cotton, en effet, ne les cite pas parmi les Algues consommées dans la région de Clare Island.

J'ai mangé des nervures crues et fraîches, en septembre à l'île d'Ouessant, elles sont légèrement croquantes et leur goût est plutôt agréable.

Jadis, et jusqu'au milieu du XIX[e] siècle, dit M. Thoroddsen, les Irlandais mangeaient fréquemment le *marinkjarni*, nom qui s'applique aux deux Laminaires *Alaria Pylaii* et *Alaria esculenta*, mais cet usage a disparu. On les faisait tremper dans l'eau douce, puis on les hachait avant de les faire bouillir dans de l'eau ou du petit lait avec de la farine ou du gruau ; cette bouillie se mangeait avec du lait ou de la crême.

D'après les énumérations des auteurs, ces Laminaires paraissent être les seules Algues brunes que l'homme ait mangées couramment en Europe. Edm. Perrier, il est vrai, dit que « d'une Algue brune, la *Padina pavonia*, qui semble faite de petits éventails greffés les uns sur les autres,

on peut aussi tirer une excellente gelée consommée sur plusieurs de nos côtes » ; toutefois, aucun des livres que j'ai consultés n'en fait mention et, *a priori*, il paraît surprenant que cette Algue, dont les bandes concentriques, blanchâtres font effervescence par les acides, fournisse une excellente gelée. J'en ai fait cuire sans obtenir de gelée.

En feuilletant les auteurs anciens, je n'ai pas trouvé le nom du *Dictyopteris polypodioides* parmi les Algues alimentaires européennes ; les Hawaïens consomment cependant une espèce du même genre. Fréquent pendant la belle saison sur nos côtes de l'Océan et de la Méditerranée, le *D. polypodioides* appartient, comme le *Padina*, au groupe des Algues brunes Dictyotées. C'est une jolie plante d'un jaune brunâtre, en lame mince dichotome, longue d'une vingtaine de centimètres et pourvue d'une nervure médiane. A sec, elle répand une odeur forte et caractéristique, puis elle se corrompt très rapidement en virant au vert intense par suite d'une modification de son pigment brun, due sans doute à l'action d'une oxydase puissante[1]. Sa saveur poivrée, très forte, rappelle celle des *Laurencia* je la recommande aux amateurs pour les mêmes usages.

La gigantesque Fucacée *Durvillea edulis* Bory, du sud américain, récoltée par le navigateur et naturaliste Dumont D'Urville, est utilisée par les indigènes (*Flore des Malouines*). « D'un disque épais et aplati, naissent plusieurs tiges comprimées, larges de 21 à 40 centimètres et

[1] Le *D. polypodioides* n'a pas encore été étudié à ce point de vue ; tout au moins il n'est pas cité dans le travail de W.-R.-G. Atkins, *Oxidases and their inhibitors in plant tissues*. Part. III : *The localization of oxidases and catalase in some marine Algæ*, Notes from the botanical School of Trinity College, t. II, Dublin, 1915.

qui atteignent jusqu'à 11 et 15 mètres de longueur... ces tiges se divisent en un grand nombre de ramifications très étroites, allongées, lisses, comprimées et semblables à autant de courroies... Au Chili, les pêcheurs vont le recueillir à la côte, le transportent à dos de mule à la ville, et pour la basse classe du peuple il devient une substance alimentaire assez importante ». Hariot, qui fit partie de l'expédition scientifique du Cap Horn (1882-1883) dit dans son *Atlas* (*loc. cit.*) : « Dans l'Amérique du Sud, le gigantesque *Durvillea* sert à l'alimentation : ce n'est pas un mets trop désagréable, ainsi que nous avons pu nous en rendre compte pendant un voyage d'exploration dans le détroit de Magellan ».

Récemment, T.-C. Frye et C.-E. Magnuson ont fabriqué un bonbon breveté sous le nom de *Seatron*, ressemblant à un fruit candi, préparé avec le stipe coupé en tronçons et le pneumatocyste du *Nereocystis* ; on lave à l'eau douce pour enlever les sels solubles, on incorpore du sucre, et on parfume avec un extrait de citron, ou d'orange... etc. Howe (*loc. cit.*, p. 12), qui a dégusté ce bonbon, l'a trouvé excellent.

Les Algues rouges utilisées en Europe ne sont guère plus nombreuses que les brunes. Le *Porphyra* (*P. laciniata* ou *P. vulgaris*), dont les lames violacées rappellent l'*Ulva* par leur forme et leur consistance, est très fréquent sur nos côtes françaises à un niveau élevé, un peu au dessous de la ligne de haute mer. Les anciens auteurs, faisant abstraction de sa teinte violacée, le réunissaient à l'*Ulva* dans une famille des Ulvacées. Depuis, l'étude plus précise de la structure et de la reproduction permet de ranger le *Porphyra* près des autres Algues de

même coloration. Mais l'espèce commune sur nos côtes varie tellement dans sa forme qu'elle reçut des noms différents quand on croyait que ces formes correspondent à
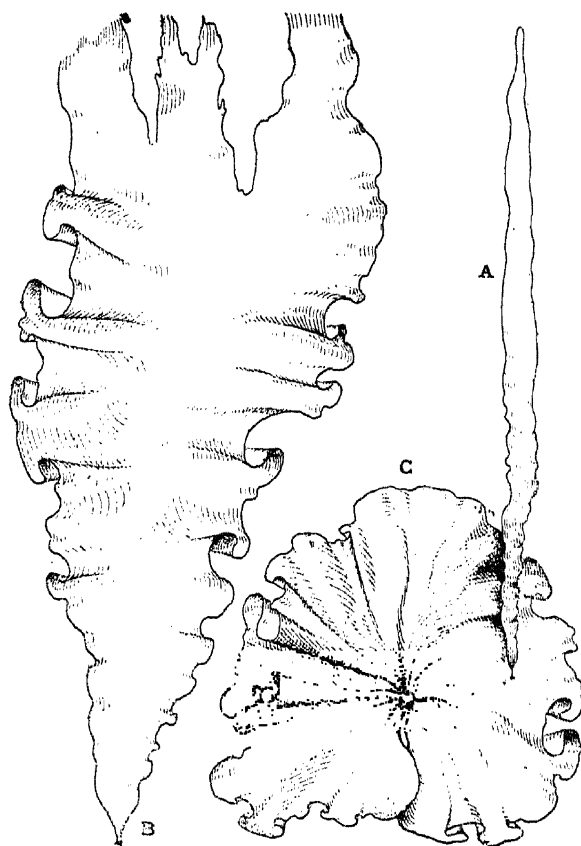
Fig. 23. — A. *Porphyra laciniata* Ag. f. *linearis* ; *B*, le même, f. *vulgaris*; *C*, le même, f. *umbilicalis*, d'après des exemplaires récoltés par Thuret à Cherbourg et au Croisic. — 1/2 gr. natur.

des espèces indépendantes, d'où une synonymie compliquée. On s'accorde généralement, en France, après Thuret, à nommer l'espèce *P. laciniata* et les anciennes

appellations servent à désigner des états. Ainsi, la forme *linearis* (fig. 23, *A*) est un état jeune qui se rencontre seulement en hiver ; quand la plante s'élargit sur toute sa longueur, c'est la forme *vulgaris*, qui correspond au dessin donné par HARVEY dans le *Phycologia britannica*. Si elle reste étroite à la base (fig. 23, *B*) on a une forme étroite, commune, et souvent appelée *laciniata* ; si, au contraire, sa base s'élargit, à tel point que ses bords se recouvrent et que son insertion paraisse centrale, c'est la forme *umbilicalis*. Toutes ces formes passent des unes aux autres. Récemment, DE TONI les a interprétées autrement, mais nous n'avons pas à nous en occuper ici.

TILLÈT et FOUGÈROUX nous apprennent (cf. p. 57), qu'au XVIII^e siècle, on le mangeait parfois en salade, sur les côtes de France. D'après GREVILLE, STANFORD, HARVEY, etc., le *Porphyra* est très connu en Angleterre sous le nom de *laver*, et en Ecosse sous celui de *sloke* ; c'est le mets favori de certaines personnes ; un étuvage de plusieurs heures est nécessaire pour le rendre plus tendre. GRÉVILLE (*loc. cit.*, 1830) mentionne [1] « que les habitants des îles de l'Ouest le récoltent en mars et, après pulvérisation puis étuvage dans un peu d'eau, le mangent avec du poivre, du vinaigre et du beurre ; d'autres le cuisent avec des poireaux et des oignons. En Angleterre, il est généralement mariné avec du sel et conservé dans des jarres, puis on le fait étuver et on le mange avec de l'huile et du jus de citron ».

En Irlande, on le nomme, d'après COTTON, *Sloke*, *Slouk*,

[1] GREVILLE, qui vante le *Laver*, n'en faisait pas grand usage puisqu'il emprunte ce renseignement à LIGHTFOOT dont le *Flora Scotica* est de 1777.

Sloukaen, *Sloukaum*. A Clare Island, on récolte au printemps la forme chiffonnée qui croît abondamment sur les rochers exposés et on le consomme cuit, immédiatement, ou en conserve, comme au temps de LIGHTFOOT ; la grande forme plate n'est guère recueillie qu'à Mulranny (Achille Island) pour être vendue aux touristes.

Le *Laurencia pinnatifida* a une saveur poivrée, d'où son nom de *Pepper dulse* sous lequel les Ecossais le recherchaient comme condiment ; les Irlandais le chiquent dit STANFORD. Les *Laurencia*, dit LAMOUROUX (*Essai*, p. 42), paraissent plus tendres que les *Gelidium*, mais ils ne se réduisent point en gelée ; quelques espèces développent, à certaines époques de l'année, ajoute-t-il, une saveur âcre et brûlante qui les fait employer comme assaisonnement par les Irlandais et d'autres peuples des régions polaires. Le *L. pinnatifida* est commun sur nos côtes de l'Océan et de la Méditerranée. Sur les rochers exposés de la côte basque, il forme, au niveau du *F. vesiculosus*, des gazons denses et sombres, qui deviennent plus foncés encore lorsque la marée les a exposés quelque temps au soleil ; il commence à paraître au milieu de l'hiver et est mélangé çà et là au *Gigartina acicularis* et au *Caulacanthus ustulatus*. La figure 24 en représente un jeune exemplaire récolté en mars. Son odeur est forte et sa saveur piquante est fortement poivrée. Un certain jour d'avril, que j'avais dû m'étendre sur l'un de ces gazons pour atteindre d'autres Algues, son odeur m'a longtemps poursuivi. J'en ai rapporté à Bordeaux quelques poignées encore très humides par la pluie qui les avait mouillées et, d'après des amis très connaisseurs en truffes, mon paquet répandait une odeur comparable à celle des truffes dites musquées. Le *Laurencia* répand la même odeur quand on le fait cuire

dans l'eau. Par la dessiccation, il devient coriace et perd son odeur particulière qui, comme nous le verrons plus loin, attire les poissons herbivores. En août, alors qu'il est fructifié, le *L. pinnatifida* a un aspect tout différent ; il forme des pyramides de teinte verdâtre, composées de bouquets de petits cylindres renfermant des tétraspores ; la plante a perdu alors sa saveur poivrée et son odeur ca-

Fig. 24. — *Laurencia pinnatifida* Lamour.
Individu jeune récolté à Biarritz en mars. — 2/3 gr. natur.

ractéristiques. Bien que le *Polysiphonia fastigiata* répande une odeur forte, comparable à celle du *Laurencia*, je ne crois pas qu'on l'ait employé à des usages culinaires ou autres.

Lorque M^me^ Griffiths découvrit le *Gracilaria compressa* en Angleterre, nous raconte Greville (*loc. cit.*, p. 126), elle crut que cette plante était le *Grac. lichenoides* mangé dans les pays d'Orient ; elle en prépara dans du vi-

naigre, fit des conserves de spécimens frais, et dans les deux cas, la préparation fut estimée excellente.
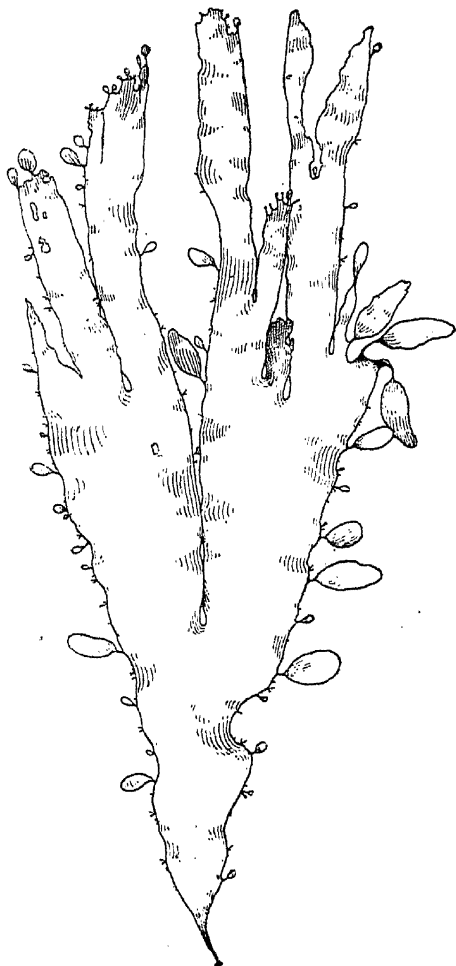
Fig. 25. — *Rhodymenia palmata* Grev.
Individu âgé qui commence à produire des frondes nouvelles marginales, récolté à Roscoff en septembre. — 1/4 gr. natur.

Le *Rhodymenia palmata* fut, semble-t-il, l'espèce la

plus appréciée ; c'est le *Dillesk* ou *Dillisk* des Irlandais ; on le criait dans les rues d'Edimbourg et de Glasgow sous le nom de *Dulse*. Cette belle plante d'un rouge violacé, en lame ramifiée, prend des formes variées. En automne, ses frondes sont foncées et de consistance ferme, leur bord est plus ou moins uni ; elles sont alors en état de reproduction. Puis, de nouvelles frondes, plus minces, plus souples et plus roses, apparaissent sur ses bords par bourgeonnement ; ces nouvelles frondes latérales, parfois très nombreuses, changent entièrement l'aspect de la plante. Il faudrait plusieurs douzaines de dessins pour montrer les divers aspects du *R. palmata*, aussi polymorphe que le *Chondrus crispus*. La figure 25 représente un individu récolté en septembre à Roscoff et qui commence à bourgeonner latéralement ; on peut imaginer son aspect lorsque chacune de ces pousses aura décuplé de longueur. En séchant à l'air, il reste souple, avec la consistance du caoutchouc et se couvre d'efflorescences cristallines blanches qui, comme nous l'avons vu au chapitre précédent, sont dues en majeure partie au tréhalose.

Les Ecossais et les Irlandais le lavent dans l'eau douce, le font sécher au soleil, l'enroulent et le chiquent comme du tabac [1]. D'après STACKHOUSE (1801), des botanistes, qui, de son temps, étaient déjà de vieux auteurs, SIBBALD,

[1] D'après GREVILLE (*loc. cit.*, p. XIX), on le mange aussi dans l'archipel grec. KINCH, auteur dont TURRENTINE (in *Fertilizer resources*, p. 259) donne un extrait, dit que le *R. palmata* « est très employé dans certaines contrées maritimes européennes, d'Islande jusqu'en Grèce ». Cette mention est probablement empruntée à GREVILLE. Toutefois, le *R. palmata* n'existe pas dans la Méditerranée ; peut-être s'agit-il d'espèces plus petites dont l'utilisation comme nourriture serait assez surprenante.

Morison et Ray, en parleraient comme d'un masticatoire. On le mange habituellement frais, au sortir de la mer, dit Greville ; je l'ai moi-même gouté en herborisant, et je l'ai jugé plus mangeable que l'*Ulva* ou le *Porphyra*. Harvey (*Nereis*, p. 33) nous apprend que son goût varie suivant sa station ; quand il est épiphyte sur le stipe des grandes Laminaires, il est plus coriace, moins savoureux et par suite moins estimé que s'il croît parmi des coquilles et des Balanes, près du niveau inférieur de l'eau ; c'est alors la meilleure variété et la plus appréciée sous le nom de *Shell dillisk*. En quelques points de la côte d'Irlande il constitue l'assaisonnement préféré des paysans. Harvey ajoute qu'on le vend communément dans les magasins de fruits des villes et qu'on le trouve pareillement dans les quartiers irlandais de New-York. L'étrange assertion de Harvey concernant la différence de goût du *Rhodymenia* est expliquée dans le *Phycologia* (pl. 218) ; c'est que les coquilles arrachées avec la plante en parfument agréablement le goût. Les exemplaires couverts d'épiphytes, tels que le *Callithamnion virgatulum* et l'*Ectocarpus siliculosus*, sont les plus appréciés, disent Johnstone et Croall, et beaucoup de personnes sont satisfaites d'y trouver quelques petits Crustacés (*Idotea*) ou de petites coquilles (*Rissoa*, jeunes Moules... etc.). D'après le récent travail de Cotton, le *Dillisk* continue à être recherché par les Irlandais de Clare Island, qui le mâchent à l'état frais ou sec, sans qu'il soit pour eux un véritable aliment ; le *Crannogh* est la forme grêle des rochers exposés, toujours associée à de petites Moules. Le *Dillisk* et le *Crannogh* sont plus estimés que le *Sloke*.

D'après le renseignement fourni par M. Thoroddsen à M. Rosenvinge, l'homme, en Islande, mange le *söl* ou *Rho-*

dymenia palmata depuis une haute antiquité. Le fait est mentionné pour la première fois dans l'Egilssaga, en 960 après J.-C. Du début du XII^e^ siècle à la fin du XIX^e^ siècle, le söl fit l'objet d'un commerce assez important ; les paysans des côtes le vendaient à ceux de l'intérieur du pays, ou l'échangeaient contre des produits agricoles. Ce commerce s'exerçait surtout dans deux localités, à Saurbær, près du Gilsfjord, dans l'Islande occidentale, et à Eyrarbakki, port de l'Islande méridionale, mais on récoltait aussi la plante en bien d'autres endroits, et les cadastres et matricules donnaient une valeur particulière aux propriétés situées sur une côte riche en *Rhodymenia*. On le récolte à mer basse on le laisse tremper dans l'eau douce pendant 2 à 3 jours, puis on le fait sécher à l'air avant de l'emballer dans des tonneaux, où il se couvre bientôt d'une efflorescence blanche sucrée nomme *hneita* [1].

Jusqu'à la fin du XVIII^e^ siècle, le söl se consommait dans toute l'Islande comme nourriture habituelle et appréciée ; on le mangeait avec de la morue séchée, du beurre et des pommes de terre, mais, en temps de disette de céréales, on le hachait pour l'incorporer au pain ou à la bouillie de gruau. Des réglements de l'an 1700 prescrivent que le söl ferait partie du menu des élèves du lycée d'Holar. Cependant, la consommation du *Rhodymenia* diminue progressivement en Islande et, actuellement, on ne le mange guère que sur la côte méridionale ; néanmoins, en

[1] Le nom spécifique du *R. palmata* et celui du *Laminaria saccharina* sont dus à LINNÉ. Or, d'après LEMAN (art. *Laminaria*, *loc. cit.*), en donnant ce qualificatif au *Laminaria*, LINNÉ « croyait que c'était là le varech sucré et comestible des Islandais ». La saveur de l'efflorescence du *L. saccharina* est en effet moins sucrée que celle du *Rhodymenia* ; nous en avons vu la raison au précédent chapitre.

1888, le kilo de plante sèche se vendait encore à Eyrarbakki 1 kroner (1 fr. 33).

Pour apprécier, au point de vue des mœurs, l'usage que les Islandais faisaient des Algues marines, il ne faut pas oublier que le *Lichen d'Islande* (*Cetraria islandica*) entrait jadis pour une part importante dans leur alimentation.

Swan[1], qui avait été chargé d'une mission officielle dans le nord de l'Amérique, dit (*loc. cit.*, p. 373) que le *green laver* (*Ulva Lactuca*), le *pink laver* (*Porphyra*) et le *dulse* (*R.palmata*) y sont communs et mangés par les Indiens Haida de Queen Charlotte Island et par d'autres tribus de la côte nord-ouest; ceux-ci les sèchent, puis les pressent en blocs compacts ; pour les consommer, on les coupe et on les fait bouillir dans l'eau. Swan participa à un repas de dulse bouilli avec de l'Halibut (poisson plat voisin des Plies et des Limandes, appelé en France Flétan, *Hippoglossus vulgaris*) et l'a trouvé de goût agréable. Johnston (*Fertilizer resources*, p. 214) a vu aussi les Indiens de Yokutat-Bay (Alaska) récolter le *Rhodymenia* en grande quantité; ils l'utilisent cru, comme masticatoire, ou cuit, pour leur nourriture, et en sont très friands.

Dans les villes maritimes des Etats-Unis, particulièrement à Boston, dit Farlow[2], il est vendu surtout aux matelots et à la population irlandaise ; il est généralement

[1] James G. Swan. — *Notes on the Fisheries and the Fishery Industries of Puget Sound. — On the economic Value of the Giant Kelp and other Seaweeds of the northwest Coast of north America*, Bull. of the U. S Fish commission, t. XIII, for 1893, Washington 1894.

[2] W.-G. Farlow. — *Marine Algæ of New England and adjacent Coast.* Reprinted from report of U. S. Fish Commission for 1879, Washington, 1881.

importé des provinces canadiennes (*loc. cit.*, p. 9) ; l'importation continue actuellement, car Mme Swartz a pu en acheter 2 kilos pour ses expériences sur la digestibilité. On lui attribue des propriétés anthelminthiques ce qui, dit Farlow (*loc. cit.*, p. 150), est vraisemblable à en juger par son goût désagréable.

Cependant, certains gentlemen écossais, personnellement connus de Stanford, préfèrent, dit celui-ci, le *R. palmata* bouilli dans du lait à tout autre légume, et bien que ces gentlemen soient sans doute morts depuis longtemps, je trouve cette affirmation de Stanford citée par plusieurs auteurs récents : Swan (*loc. cit.*, p. 373), Hugh M. Smith[1], Marshall A. Howe[2], Mme Swartz[3]. J'en ai moi-même fait préparer ainsi à Roscoff ; le lait n'avait pas mauvais goût, mais l'Algue (en thalle adulte), sans doute insuffisamment bouillie, était encore trop ferme pour être comestible. Le cuisinier de l'hôtel voulut faire une seconde expérience en préparant l'Algue à la manière d'un plat d'épinards et je lui en rapportai quelques poignées fraîchement cueillies ; il la fit « blanchir », c'est-à-dire la passa à l'eau bouillante pour l'attendrir, puis, après l'avoir hachée, la fit cuire avec du lait et du beurre. Les personnes qui en goûtèrent ne jugèrent pas la préparation

[1] Hugh M. Smith. — *The utilization of Seaweeds in the United States*, Bulletin of the Bureau of Fisheries, t. XXIV, for 1904, Washington, 1905.

[2] Marshall A. Howe. — *Some economic uses and possibilities of the seaweeds*, Journal of the New-York Botanical Garden, t. XVIII, New-York, 1917.

[3] [illegible] Davies Swartz. — *Nutrition investigations on the carbohydrates of Lichens, Algæ, and related substances*, Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences, t. XVI, New-Haven, 1911.

mauvaise, malgré son goût de marée un peu trop prononcé. Le cuisinier espérait mieux réussir une autre fois. Cependant, pour donner l'exemple, j'en avais mangé une portion assez copieuse, et, la nuit suivante, j'éprouvai une diarrhée violente ; le *Rhodymenia* en était peut-être innocent, mais cela ne m'engageait pas à continuer les essais [1] ; d'ailleurs, nous étions alors en septembre 1918 et la consigne était d'économiser le lait, le beurre et le charbon. Quoi qu'il en soit, le *Rhodymenia* étant extrêmement abondant sur les côtes de Bretagne, et n'ayant pas de goût désagréable, quoiqu'en dise FARLOW, mérite peut-être que l'on fasse des essais pour en introduire l'usage dans l'alimentation humaine; son pentosane est digestible d'après les expériences de Mme SWARTZ.

Malgré son nom spécifique, l'*Iridæa edulis* Bory (appelé aussi *Dilsea*, *Schizymenia* ou *Sarcophyllis edulis* selon la manière dont on comprend les genres), mangé parfois en Écosse et dans le sud-ouest de l'Angleterre, devrait la majeure part de sa réputation, dit GREVILLE, à ce qu'il était confondu avec le *R. palmata* ; serré entre des fers chauds, comme font les pêcheurs, il aurait le goût d'huîtres grillées. HARVEY, qui n'a jamais vu personne en manger, regrettait que STACKHOUSE l'eût nommé *edulis*. Mais ce qualificatif, dans la pensée de son auteur, s'appliquait moins à l'homme qu'aux animaux, les individus qu'il récoltait en place étant toujours fortement échancrés ou perforés de nombreux trous faits par les animaux qui s'en

[1] Cependant, TURNER (*Fuci*, pl. 115) rapporte ceci d'après le *Flora Scotica* de LIGHTFOOT : le *R. palmata* est parfois employé à l'île de Skye contre la fièvre, pour provoquer la transpiration ; il est alors bouilli dans l'eau avec un peu de beurre. Préparé de cette manière, c'est souvent aussi un purgatif.

nourrissent. J'ai goûté plusieurs fois à l'*Iridæa* et, si j'étais réduit à me nourrir d'Algues fraîches, je le classerais après l'*Alaria*, mais avant le *Rhodymenia*. Toutefois, l'*Iridæa edulis*, s'il devait entrer dans l'alimentation humaine, ne pourrait concurrencer le *Rhodymenia*, car il est moins abondant, croît à un niveau plus bas, et reste souvent couvert, même aux marées d'équinoxe. Ses lames d'un rouge
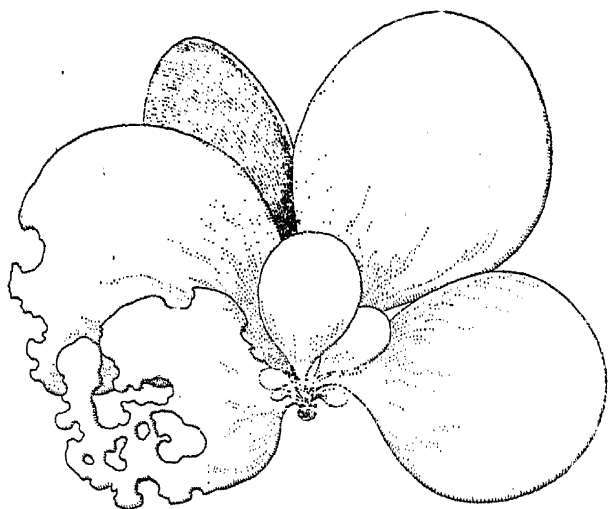
Fig 26. — *Iridæa edulis* Bory.
Individu récolté à Roscoff en septembre. — 1/4 gr. natur.

plus brun, plus épaisses et plus raides que celles du *R. palmata*, ont une base étroite et un sommet arrondi sans proliférations marginales. La figure 26 représente une touffe récoltée à Roscoff, en septembre 1918 ; les frondes sont souvent moins orbiculaires, plus allongées, à base plus graduellement retrécie ; deux des frondes figurées ont été rongées par des Mollusques.

D'après Lightfoot, cité par Turner (*loc. cit.*, pl. 70), les Ecossais et les Irlandais mangent indistinctement le *Callıblephàris ciliata* avec le *Rh.palmata.*

Le *Chondrus crispus*, qui fond en mucilage par la cuisson, n'a guère été utilisé dans l'alimentation humaine proprement dite ; en Islande, où on l'appelle *goendargrös*, il était cependant autrefois l'objet d'un commerce important à Eyrarbakki ; on en faisait des bouillies, mais qui se mangeaient plutôt en temps de disette que dans les circonstances ordinaires.

En résumé, la consommation d'Algues marines faite actuellement par l'homme de race blanche pour sa nourriture se réduit à peu de chose, à presque rien. Si les anciens botanistes n'ont pas exagéré en nous parlant de leur emploi alimentaire dans les pays septentrionaux, l'habitude s'en est perdue comme nous l'avons vu pour l'Islande. L'homme en mangeait à défaut d'autre chose et surtout en temps de disette ; elles n'étaient qu'un pis aller que les chemins de fer, la plus grande rapidité des communications, ont fait disparaître en répartissant plus également le produit des cultures par voie d'échanges. Les espèces longtemps employées, comme le *R.palmata* et l'*A.esculenta*, sont sûrement digestibles. On admettra cependant que, si les riverains qui en mangeaient avaient apprécié les Algues marines comme un aliment particulièrement agréable, sain, nourrissant ou réconfortant, l'inverse se serait produit, ils auraient continué à retirer de la mer ce produit qui leur coûtait seulement la peine de le cueillir, ils en auraient même récolté de plus en plus pour l'exporter à l'étranger contre d'autres marchandises ; au lieu de disparaître, l'usage s'en serait maintenu parmi

eux et se serait répandu dans les pays de l'intérieur. Voir son usage s'être conservé çà et là n'est pas plus étonnant que de voir certaines personnes aisées acheter par friandise des pains de seigle ou des galettes de maïs. Mais dire que les habitants d'Écosse ou d'Irlande en font leur aliment ordinaire serait tomber dans l'exagération de ces Anglaises qui croient que toutes les Françaises mangent des grenouilles à chaque repas. Les Algues marines sont donc employées surtout comme masticatoires ou comme condiments, comme stimulants de l'appétit. C'est peut-être le moment de dire ici que des Phanérogames maritimes peuvent être utilisées à ce titre, avec l'avantage sur les Algues marines d'être accessibles à toute heure. C'est par exemple le cas du *Crithmum maritimum* ou *Perce-pierre*, Ombellifère à feuilles charnues, fréquente sur les terrains arides ou même sur les rochers exposés à l'embrun, dont les jeunes feuilles, confites dans le vinaigre, remplacent avantageusement les cornichons.

Toutefois, le lecteur a pu remarquer que le nombre des espèces utilisées est très petit, en comparaison de la variété de la végétation marine. On admettra difficilement que les riverains de chaque pays, de l'Ecosse à l'Alaska, après avoir successivement essayé de manger les diverses Algues de leurs côtes, soient arrivés à choisir les mêmes espèces. En mangeant le *R.palmata* et l'*A.esculenta*, l'homme a évidemment suivi l'exemple des animaux ; le choix du *Porphyra* pourrait s'expliquer par un usage très ancien qui s'est conservé sur quelques points.

Les conditions sont bien différentes chez les peuples orientaux.

Les Chinois font une assez grande consommation d'Al-

gues marines qui, d'après DEBEAUX[1], sont plutôt importées du Japon que récoltées sur leurs propres côtes; nous sommes d'ailleurs assez mal documentés à ce sujet. « La famille des Laminariées, dit DEBEAUX, produit un petit nombre d'espèces, dont l'usage, pour l'économie domestique, est pour ainsi dire universel dans toute la Chine. Les Chinois attribuent au *Laminaria saccharina* Lamour.[2] des propriétés nutritives et surtout aphrodisiaques. Cette espèce nommée *Haï-Taï*, *Kouanpou*, *Haï-Hoûan*, *Yan-tsaï*, *Chai-tai* par les Chinois et *Kan-Hòa* par les Japonais, croît principalement sur les côtes du *Yéso* au Japon, où on y récolte trois variétés principales de cette espèce.

« Le *Laminaria saccharina*, après avoir été lavé avec soin dans l'eau douce, est ensuite séché à l'air libre, puis incisé en petits fragments. Dans cet état, on en forme de grosses balles qui sont expédiées dans les provinces du nord et du centre de la Chine. Cette Algue est surtout fort appréciée comme substance alimentaire. On en retire par décoction une gelée nommée *Chin-chou*, à laquelle on ajoute du sucre et divers aromates. Les Chinois ont la croyance que toutes les plantes marines gélatineuses ont la propriété de donner à l'homme plus de force et de vigueur, aussi se font-ils servir cette gelée dans leurs prin-

[1] O. DEBEAUX. — *Algues marines récoltées en Chine pendant l'expédition française de 1860-1862* Actes de la Société linnéenne de Bordeaux, t. XXX, Bordeaux, 1875.

[2] Le *L. saccharina*, cité par DEBEAUX et divers auteurs sur les côtes du Japon semble une espèce collective; les auteurs japonais récents y ont reconnu plusieurs espèces, et il est possible qu'aucune d'elles ne corresponde exactement au *L. saccharina* européen dans lequel, d'ailleurs, J. AGARDH distinguait le *L. saccharina* proprement dit et le *L. hieroglyphica*.

cipaux repas. » Ce produit diffère probablement peu du *Kombu* dont il est question plus loin.

Au Japon, les Algues entrent pour une part plus importante dans l'alimentation humaine, et certaines subissent des préparations variées. Les goûts culinaires des Orientaux diffèrent notablement des nôtres ; en outre, le Japon réalise des conditions particulières avec son étendue immense de côtes sous des climats variés ; sa partie centrale étant montagneuse, la population est dense sur le rivage, en contact incessant avec la mer ; les habitants sont adroits et patients, la main d'œuvre est bon marché[1]. Question de goût mise à part, on peut donc préparer au Japon des produits alimentaires dont la fabrication commerciale serait irréalisable ailleurs. Nous verrons plus loin l'utilité nutritive de cette alimentation. Dans son rapport de 1904, Smith cite une trentaine d'espèces qui, les unes, font l'objet d'un commerce local, les autres, sont consommées dans les familles des récoltants ; on supposera que le nombre en est plus grand, car on ne voit guère pourquoi, si certaines espèces sont mangées, d'autres seraient négligées ; on croirait plutôt que les Japonais, ou tout au moins certains Japonais, mangent toutes les Algues de récolte facile par leur taille ou leur station. Je transcris néanmoins les noms donnés par Smith.

L'*Ulva Lactuca*, l'une des rares espèces utilisées à l'état frais, s'emploie couramment pour la garniture de plats de viande ou de poisson, comme chez nous la Laitue ou le Persil ; il se mange aussi en salade. Le *Gracilaria confervoides* sert au même usage, particulièrement à To-

[1] Elle était bon marché avant la guerre. D'après une « Lettre japonaise » parue dans l'*Economiste français* du 29 novembre 1919, le Japon est le « pays du monde où la vie est le plus cher ».

kyo, soit après avoir été traité par l'eau de chaux, soit après avoir été ébouillanté dans l'eau ; l'Algue est alors verte, sa matière colorante rouge ayant disparu.

Les autres espèces, d'abord séchées au soleil, sont mises en réserve, en paquets, ou sous la cendre, ou dans le sel. Plusieurs *Enteromorpha* sont pulvérisés sur les aliments, après exposition au feu et servent d'assaisonnement. La plupart des autres Algues utilisées sont mangées en soupe, ou en salade, ou mélangées à l'inévitable sauce au Soja. Ce sont, parmi les Algues vertes, plusieurs *Codium*; parmi les grandes Algues brunes, Laminariacées ou Fucacées, des *Sargassum*, *Cystophyllum*, *Ecklonia*, *Undaria*, *Alaria*[1] et, parmi celles de moindre taille, des *Phyllitis*, *Chordaria*, *Mesogloia*, *Endarachne*; parmi les Algues rouges, des *Nemalion*, *Chondrus*, *Gigartina*, *Gymnogongrus*, *Grateloupia*, *Sarcodia*, *Ceramium*, *Campylaephora*, *Digenea*, *Callymenia*[2], genres qui, pour la plupart, ont aussi des représentants, sinon les mêmes espèces, sur les côtes de France.

Ces espèces sont apprêtées dans les familles, mais deux préparations surtout, l'*Amanori* et le *Kombu*, font l'objet d'un commerce important.

L'*Amanori* (et ses variétés, *Asakusanori*, *Hoshinori*, etc.) est le *Porphyra*, ou *Laver* des Britanniques; on le cultive au Japon. La préparation est simple, puisqu'il s'agit surtout de faire sécher l'Algue après nettoyage, mais elle est assez délicate, car l'Algue est mince et, bien que le *Porphyra laciniata* abonde en France, si jamais son usage y venait

[1] Pour l'*Alaria*, cf. p. 277.

[2] Le *Phylloderma sacrum* Sur., cité aussi par Smith, vit dans les eaux douces et est probablement un *Nostoc*.

à la mode, ce serait probablement moins coûteux de le recevoir du Japon que de le travailler sur place, d'autant plus que la fabrication est parfois plus compliquée (*Hoshinori*); les *Porphyra*, lavés dans l'eau douce et coupés en petits morceaux, sont ensuite réunis en lames, comme des feuilles de papier, puis séchés à la lumière diffuse. Ce produit est un des légumes favoris des Japonais; on le vend partout, dit Smith, dans les gares, dans les rues, et son importance dans la consommation quotidienne égale celle des sandwichs aux Etats-Unis; sur une feuille de *Porphyra*, on étale du riz bouilli, puis, sur le riz, des tranches de viande ou de poisson; le tout est roulé puis débité en tranches.

Son prix varie avec la couleur, la saveur, le moelleux, la présentation plus ou moins élégante. Okuda et Nakayama [1] ont analysé des qualités de *Porphyra tenera* Kjellm. dont les prix s'étageaient entre 35 et 77 sens les 100 grammes. Or, la proportion d'azote et d'hydrates de carbone, à l'état frais ou à l'état sec, qui donne la valeur alimentaire, suit la même gradation que le prix; l'asakusanori le plus cher est aussi le plus riche en ces éléments.

Matsui a fait la même étude sur des exemplaires de *P. laciniata* d'origine connue [2] et aboutit à la même conclusion. En outre, la qualité supérieure, riche en azote, proviendrait d'emplacements plus favorables à la culture, tels que le courant principal de la rivière, où l'eau est

[1] Yusuru Okuda et Seisaku Nakayama. — *On the Quality of « Asakusanori »*, Journal of the College of Agriculture, t. V, N° 4, Tokyo, 1916.

[2] Hidesaburo Matsui. — *On the Relation between the chemical Constituents of « Asakusa-nori »* (Porphyra laciniata) *and its Quality*, Journal of the College of Agriculture, t. V, N° 4, Tokyo, 1916.

plus riche en matières nutritives pour les Algues. Nous avons déjà cité un fait comparable, d'après LETTS et RICHARDS, à propos de l'*Ulva Lactuca* des eaux de la baie de Belfast polluées par les égouts.

La préparation commerciale de l'*Amanori* est plutôt un mode de présentation qu'une fabrication ; il en est autrement pour le *Kombu*, dont la manipulation assez longue se fait dans des usines. Des quantités considérables se consomment au Japon et s'exportent en Chine[1]. D'après SMITH et DAVIDSON, le *Kombu* est essentiellement fait avec de vraies Laminaires : *Laminaria japonica*, *L. religiosa*, *L. angustata*, *L. longissima*, *L. ochotensis*, *L. yezoensis*, *L. fragilis*, *L. diabolica*, *L. gyrata* et d'autres plantes de la même famille, les *Arthrothamnus bifidus* et *A. Kurilensis*, l'*Alaria fistulosa*... etc., surtout pêchées autour d'Hokkaido, l'une des îles les plus septentrionales de l'archipel japonais. Ces espèces vivent assez profondément ; des pêcheurs, montés sur des bâteaux, arrachent les Algues à l'aide d'hameçons ou de crochets emmanchés sur de longues perches et SMITH donne de jolies images qui les montrent occupés à ce travail. P. GLOESS (*loc. cit.*, p. 173) fait « remarquer que la récolte du goémon par la coupe est plus rationnelle, au point de vue de la conservation des Algues et de leur reproduction, que la récolte par l'arrachage pratiquée au moins partiellement par les Japonais. » Rationnel ou non, le procédé japonais est probablement le seul pratique. Ainsi, parmi les *Laminaria*

[1] L'article de l'*Economiste français* du 29 novembre 1919, cité plus haut, donne la liste de trente sortes de marchandises ayant subi une hausse notable de prix depuis la guerre, et compare les prix actuels à ceux de 1902. Le kombu est celle qui a haussé le plus. Son prix, représenté par 100 en janvier 1902, devenait 651 en septembre 1919.

cités plus haut, les *L.japonica*[1], *L.angustata*, *L.gyrata*, connus depuis longtemps, sont construits sur le même type que le *L.saccharina*, leur lame peut atteindre plusieurs mètres, tandis que le stipe mesure seulement quelques centimètres ; la coupe serait donc difficile ; les autres espèces, décrites récemment par les Algologues japonais, sont peut-être du même type. L'*Arthrothamnus bifidus* a un stipe décombant, et, pour certains auteurs, l'*A.Kurilensis* n'est qu'une forme de celui-ci. Le Japon possédant une immense étendue de côtes, l'arrachage y est moins dommageable qu'en France.

Le kombu se fabrique depuis 1730, dit-on, et les procédés mis en œuvre sont encore assez primitifs. Après dessiccation à l'air, on coupe les stipes pour conserver seulement les lames qu'on met à bouillir dans l'eau douce (colorée autrefois par un sel de cuivre, actuellement par le vert malachite, qui leur donnera une teinte appréciée des consommateurs), puis on les fait sécher à demi, on les entasse, on les comprime en bloc pour les raboter sur la tranche ; les fins copeaux ainsi obtenus sont empaquetés et vendus. On fabrique une douzaine de sortes de kombu dont la qualité dépend de la Laminaire employée, les plus minces étant les meilleures, et du soin apporté à sa préparation. Son emploi est des plus variés ; on en fait des potages, on le mange comme légume, ou bouilli dans la sauce au Soja, ou mélangé à du riz... etc. [2].

[1] Le *L. japonica* Aresch. est annuel d'après OKAMURA (*On Laminaria of Japan*, Botanical Magazine, t. X, Tokyo, 1896). J'ignore si l'on possède des renseignements précis sur la durée des autres espèces.

[2] LEMAN écrivait en 1822 à propos du *L. saccharina* (*loc. cit.*) : « On prétend qu'on peut en préparer un aliment sain en lavant la plante à l'eau douce lorsqu'on la sort de la mer, et en la faisant

Les Laminaires non travaillées industriellement portent le même nom générique de kombu. Un jeune Japonais, incorporé dans l'armée américaine, me disait récemment que, dans sa famille, on achetait du kombu frais aux pêcheurs, on le conservait dans le sel pour le faire cuire au moment voulu et le servir comme légume. Ce jeune homme avait quitté le Japon depuis dix ans, il était instruit, mais nullement naturaliste ; pour sortir de mon Laboratoire, je le fis passer dans une pièce où, parmi d'autres Algues mises à sécher, étaient étalés quelques *L. Cloustonii* et *L. flexicaulis* de toute petite taille, tels qu'on les trouve rejetés dans le golfe de Gascogne. Dès qu'il les vit, il s'écria : « mais vous demandez ce qu'est le kombu, en voici, tel que mes parents l'achetaient aux pêcheurs ». Et à mes questions sur la valeur nutritive, il répondit : « Nous mangeons le kombu avec plaisir, mais celui qui ne mangerait pas autre chose durant plusieurs jours consécutifs tomberait d'inanition ».

Miss REED [1] et W.-A. SETCHELL [2] rapportent que cer-

cuire dans le lait ou du bouillon. Les Japonais en sont extrêmement friands. Ils attachent plusieurs portions de ce varech sur du papier, et les fixent avec des fils d'or ou d'argent. Ainsi disposés, ils les mettent au nombre des objets dignes d'être offerts en présent. Le *firome* ou *kombu*, noms japonais de cette plante, suivant KÆMPFER, après sa préparation, est encore un aliment coriace ».

[1] Minnie REED. — *The economic sea-weeds of Hawaii and their food value*. Annual report of the Havaii agricultural experiment Station for 1906, Washington, 1907. Je n'ai pu me procurer ce travail ; je le cite d'après PERROT et GATIN.

[2] W.-A. SETCHELL. — *Limu*, University of California Publications in Botany, t. II, Berkeley, 1905. Aux îles Sandwich, le mot *Limu* désigne de nombreuses espèces d'Algues.

taines Algues marines se mangent aux îles Sandwich. PERROT et GATIN (*loc. cit.*) exagèrent en qualifiant ces espèces d'Algues utiles. Si les anciens Hawaïens faisaient une notable consommation d'Algues marines, c'est qu'ils manquaient parfois d'autre nourriture ; l'habitude s'est perpétuée chez leurs descendants pour certaines espèces particulièrement prisées, encore vendues aux marchés, mais la consommation ne s'accroît pas. Quand SETCHELL voulut se documenter près des indigènes, il constata que les jeunes gens connaissent mal les Algues comestibles, ignorent leur nom, ou qu'ils lui donnaient des indications erronées ; de vieilles femmes ou de vieux pêcheurs le renseignaient beaucoup mieux. Cependant, certains produits japonais (Kombu... etc.) sont importés.

Après avoir habité les îles Sandwich pendant dix ans, MAC CAUGHEY a publié une Liste des Algues qui y vivent [1], en mentionnant l'habitat de chacune et, quand il y a lieu, son emploi dans l'alimentation des indigènes. Or, l'auteur ne dit d'aucune que la population blanche en fasse usage. Ce serait donc imprudent de propager l'idée que ces espèces, dites alimentaires, pourraient faire l'objet d'un commerce important ; si les conditions s'y prêtent, l'extraction de la gélose, ou d'un produit similaire, donnerait plus de profits [2]. Néanmoins, le fait que les indigènes recherchent et apprécient seulement certaines espèces, semble indiquer (les questions de saisons, de dimensions, de consistance, d'abondance, de facilité de récolte étant supposées les mêmes) que ces espèces renferment des sub-

[1] Vaughan MAC CAUGHEY. — *Algæ of the Hawaiian Archipelago*, Botanical Gazette, t. LXV, Chicago, 1918.

[2] Les conditions de l'exploitation des Algues marines aux Iles Sandwich pourrait se modifier prochainement, car l'immigration

stances leur donnant une saveur particulière et, d'ailleurs, pourquoi n'en serait-il pas de même que chez les plantes terrestres. SETCHELL entendit même affirmer dans le pays, que certaines espèces d'Algues, parfois immangeables, devenaient délicieuses dans d'autres stations, et que certaines espèces, mangeables partout, étaient particulièrement savoureuses dans telle ou telle localité. Les connaisseurs en Limu apprécieraient les crus comme les gourmets apprécient chez nous les huîtres ou les vins. Si ces Algues étaient préalablement débarrassées de tous les animaux parasites, épiphytes ou commensaux, les différences locales de saveur seraient peut-être moins marquées.

Les principales de ces espèces sont :

Ulva Lactuca L., mangé communément en salade.

Enteromorpha compressa Grev. espèce la plus populaire, la plus largement employée, et l'une des plus faciles à se procurer ; se vend sur les marchés.

Sargassum divers qui se mangent cuits.

Dictyopteris plagiogramma Mont., ou *Limu Lipoa*, récolté par des plongeurs et particulièrement estimé comme assaisonnement pour sa saveur poivrée, qui se retrouve également très prononcée chez notre *D. polypodioides* (cf. p. 279).

Porphyra leucosticta Thur.

Ahnfeltia concinna J. Ag., dont la gélose est dépassée en qualité seulement par celle du *Gracilaria*.

Gracilaria coronopifolia J. Ag., l'une des espèces les plus appréciées ; la préparation de sa gélose, d'excellente qualité, exige moins de cuisson que celle des autres Algues.

japonaise y est considérable. En 1919, on y comptait plus de 110.000 colons-cultivateurs japonais (*Economiste français*, 29 novembre 1919).

Hypnea armata J.Ag. et *H.nidifica* J.Ag., très abondants sur les récifs de coraux et parfois rejetés à la côte en quantité considérable, fournissent une bonne gélose dépassée cependant, comme qualité et quantité par celle des *Gracilaria* et *Ahnfeltia*. Ils se mangent très fréquemment, et surtout bouillis, avec des Poulpes.

Asparagopsis Sanfordiana Harv., dont on fait une sorte de culture, à l'île de Kauai, par le sarclage des autres Algues ; très estimé et vendu en grande quantité, il doit préalablement tremper pendant 24 heures au moins pour perdre sa saveur amère iodée. Sa richesse en iode est à rapprocher de la même particularité que j'ai signalée chez l'*Asparagopsis Delilei* (cf. p. 27).

Divers auteurs se sont préoccupés de savoir si l'homme digérait les Algues marines; SAIKI, LAFAYETTE MENDEL, etc., ont fait des expériences à ce sujet, en s'adressant surtout à l'agar-agar ou au *Chondrus crispus*. Plus récemment Mme SWARTZ [1] a entrepris des expériences sur diverses hémicelluloses empruntées aux Algues, aux Lichens, au Salep... etc. Elle a étudié diverses espèces d'Algues ; deux, le *Rhod. palmata* et le *Ch. crispus* [2], avaient été achetées en Amérique ; les autres, que mangent les indigènes des îles Sandwich, avaient été reçues de miss REED. Les espèces qui lui ont fourni des pentosanes sont les *Rhod. palmata, Dictyopteris pardalis* (la seule Algue brune étudiée), *Enteromorpha intestinalis, Ulva Lactuca* et *Ulva fasciata* [3]. Le *R.palmata* renferme une notable proportion

[1] (*Loc. cit.*). On trouvera dans son Mémoire une bibliographie très étendue.

[2] L'auteur ne parle pas du *Gigartina mamillosa*, mais son *irish moss* était probablement un mélange des deux espèces.

[3] L'auteur a trouvé de l'amidon dans les *Ulva*, comme on devait

de pentosane soluble, tandis que les autres espèces renferment surtout des pentosanes insolubles ; le *Dictyopteris* possède, en outre, un peu de mannane. Les autres sont des Algues rouges qui contiennent une minime quantité de pentosane et une forte proportion de galactane qui est l'élément gélatinisant de l'extrait par l'ébullition. Ce sont, outre le *Chondrus*, les *Gracilaria coronopifolia*, *Hypnea nidifica*, *Ahnfeltia concinna* qui donnent une gelée abondante après 2 à 3 heures d'ébullition dans l'eau, tandis que deux espèces de *Gymnogongrus* et l'*Asparagopsis Sanfordiana*, après une ébullition plus longue, donnent un extrait moindre et moins gélatinisant.

Des cultures de diverses bactéries de laboratoire ou de bactéries extraites des fèces ont été réalisées sur des milieux où entraient le pentosane du *Rhodymenia*, ou les galactanes du *Chondrus* ou du *Gracilaria*. Or, les pentosanes sont décomposés, tandis que les galactanes restent inaltérés.

Des expériences de digestion *in vitro*, faites avec diverses enzymes (gastrique, pancréatique... etc.), ont fourni des résultats presque entièrement négatifs. Le pentosane du *Rhodymenia* et le galactane du *Chondrus*, introduits chez des chiens en injections sous-cutanées ou intra-péritonéales, se retrouvent inaltérés dans les urines, car ces hémicelluloses doivent être transformées en monosaccharides avant d'être assimilées ; celle du *Rhodymenia* est complétement éliminée en 4 à 5 jours, celle du *Chondrus* en 1 à 3 jours.

M^me^ Swartz a fait aussi manger des Algues à des chiens et à quatre femmes ; les matières cellulosiques étaient au-

s'y attendre, mais n'en a pas trouvé dans l'*Enteromorpha*, ce qui est surprenant.

tant que possible supprimées dans les autres aliments ; le pentosane soluble du *Rhodymenia* était mélangé à la boisson, et les Algues à pentosane insoluble (*Dictyopteris*, *Ulva*, *Enteromorpha*) étaient mangées comme des légumes après avoir été bouillies dans l'eau ; les galactanes solubles étaient fournis sous forme de gelée ou de blanc-manger sans dépasser 15 gr. par jour ; les fèces étaient recueillies et analysées. Or, le pentosane du *Rhodymenia* disparaît presque entièrement dans le tube digestif humain, tandis que les chiens en digèrent seulement 73 % ; les Algues ingérées *in toto* disparaissent dans la proportion de 51 % chez l'homme, de 28 % chez le chien, ces chiffres approximatifs n'ayant d'autre valeur que celle de terme de comparaison. Quant aux galactanes solubles, le coefficient de digestibilité serait, avec le *Chondrus* 33 % pour le chien, 6 % pour l'homme ; avec le *Gracilaria* 33 % pour le chien, 30 % pour l'homme ; avec l'*Hypnea* 56 % pour le chien, 10 % pour l'homme, avec l'*Ahnfeltia* 60 % pour l'homme, mais la personne en expérience avec l'*Ahnfeltia* était atteinte de constipation chronique. Il resterait, dit l'auteur, à démontrer, par des expériences sur le système respiratoire, si la partie digérée doit être considérée comme une source d'énergie.

Ces données, comme les précédentes, sont approximatives ; les quantités ingérées sont faibles, les dosages dans les fèces sont difficiles, les expériences sont trop courtes (3 jours) et leur nombre (1 ou 2) est insuffisant pour fournir une conclusion probante ; d'ailleurs, l'auteur dispersait trop ses efforts sur un sujet trop vaste. Toutefois, si les sucs digestifs attaquent peu ou point, *in vitro*, les hémicelluloses en expérience, la proportion qui en disparaît a dû être transformée par des fermentations pro-

duites par des bactéries autres que celles qui ont été préalablement expérimentées. D'ailleurs, le mode d'alimentation favorisant *a priori* la pullulation de telle ou telle sorte de bactérie intestinale, les bactéries expérimentées n'auraient pas dû être extraites de fèces quelconques, mais de matières excrétées par des personnes nourries d'Algues depuis quelque temps, et, de préférence, par des Hawaïens ou des Japonais adaptés ; à défaut de ceux-ci, on eût pu extraire ces bactéries de crottins d'animaux mangeant des Algues depuis plusieurs jours. M^me^ SWARTZ ne formule pas d'appréciation sur le bénéfice alimentaire que les Hawaïens retirent des Algues ; elle semble plutôt croire, comme son maître LAFAYETTE MENDEL, à l'utilité des galactanes pour combattre la constipation. D'après les expériences de celui-ci, l'agar reste indigéré et retient un haut pourcentage d'eau, il dilate, amollit les fèces et facilite leur évacuation journalière ; grâce à sa résistance aux actions bactériennes, il ne forme dans l'intestin ni gaz, ni produits nuisibles de décomposition et A. SCHMIDT a conseillé de le prendre, à cet effet, à la dose de 25 grammes par jour en deux repas.

Ce côté de la question a intéressé PERROT et GATIN, auxquels j'emprunte les lignes suivantes (*loc. cit.* p. 84) :

« Cette vogue extraordinaire (des Algues marines en Extrême-Orient) est assez difficile à expliquer au premier abord. En effet, il vient d'être établi que les gelées retirées des Algues ne présentent qu'une valeur nutritive nulle ou négligeable et que, par conséquent, il ne saurait être question, comme on a essayé de le faire en Amérique, de les offrir au public comme des matières alimentaires ayant la plus haute valeur.

« L'explication de l'usage constant que les Chinois, les

Japonais et les Hawaïens font des Algues, doit être recherchée bien plutôt dans la manière de vivre de ces populations, qui consomment en grande abondance du poisson et du riz, et chez lesquelles les gelées d'Algues forment un aliment complémentaire dont le but est, sans nul doute, de faciliter les fonctions intestinales.

« La matière mucilagineuse ingérée, en passant dans l'intestin, servirait à constituer un bol fécal d'une consistance plus aqueuse et d'un volume plus grand, ce qui rendrait plus aisés et plus réguliers les mouvements péristaltiques de l'intestin.

« On peut dire que la preuve de cette manière de voir est faite depuis que l'on a employé, le plus souvent avec succès, dans le traitement de la constipation, des préparations à base de gélose. Ces préparations sont, en effet, de la gélose additionnée ou non d'une petite quantité de *Cascara* (Régulin) ou de *Rhamnus frangula* (Thaolaxine), ou encore des préparations diastasiques (Jubol).

« L'addition de substances purgatives a pour résultat d'accélérer l'effet thérapeutique attendu, et cela peut être utile dans certains cas de constipation chronique. Mais, le plus généralement, l'ingestion répétée de 2 à 6 grammes par jour d'agar agar pur, découpé en petits fragments ou pulvérisé, ou mélangé au potage ou à des purées de légumes, suffit à une bonne régularisation des selles ».

Ces considérations, probablement exactes, s'appuient surtout sur des expériences faites avec de l'agar ou de la gelée de carragaheen, mais PERROT et GATIN exagèrent quand ils disent (*loc. cit.*, p. 73) : « Les Algues marines, si elles doivent être considérées comme un adjuvant intéressant à ranger dans l'arsenal thérapeutique, ne peuvent en aucun cas rentrer dans le cadre des denrées alimen-

taires, si ce n'est comme adjuvant utile jouant le rôle de support pour d'autres substances de réelle valeur, ou bien comme susceptibles d'intérêt dans le processus d'évacuation des résidus alimentaires ». Cette conclusion ne peut s'appliquer en bloc à l'ensemble des Algues marines; si les Islandais ont, pendant des siècles, fait entrer le *Rhodymenia* et les *Alaria* pour une part importante dans leur alimentation ordinaire, ce n'était pas, apparemment, pour lutter contre la constipation; si ces Algues ne les avaient pas nourris, ils s'en seraient aperçus.

Quoi qu'il en soit, la consommation des Algues marines par l'homme est en décroissance; elle est presque abandonnée en Europe. Les progrès de la civilisation, les moyens rapides de transport, en évitant les famines, ont mis à la disposition de l'homme, par la culture ou par voie d'échange, des produits de récolte plus régulière et de plus grande valeur nutritive. Si les Algues étaient autrefois très employées pour la nourriture de l'homme dans les pays septentrionaux, les habitants actuels en ont presque entièrement perdu le souvenir.

Pour résumer ce qui précède, on dira que la valeur alimentaire des Algues marines pour l'homme est très mal connue. Celles qui sont mangées comme condiments ou comme hors-d'œuvres, sont des stimulants de l'appétit au même titre que les olives, les cornichons, etc. D'autres peuvent agir utilement sans être digérées ou en étant à peine entamées par les sucs digestifs; elles agissent par leur simple présence, en divisant, en gonflant les résidus de la digestion dont elles facilitent l'évacuation. Enfin, elles peuvent agir comme matière nourrissante réparant les pertes des tissus, entretenant l'énergie. Ce

rôle est dévolu aux albuminoïdes, aux graisses, à certains hydrates de carbone, mais nos connaissances à ce sujet sont extrêmement restreintes.

Les analyses citées précédemment indiquent, en effet, une certaine proportion d'azote, mais non dans quelles combinaisons il est engagé. Les Algues renferment évidemment toutes du protoplasme en tant que matière vivante, peut-être aussi des matières azotées de réserve, mais toutes les protéines n'ont pas la même valeur alimentaire ; certaines sont nutritives et d'autres ne le sont pas ; or, on ne sait rien sur la valeur nutritive des protéines des Algues.

Il suffit d'avoir observé des Algues traitées par un fixateur à l'acide osmique pour savoir que la plupart d'entre elles renferment des matières grasses : certaines en sont même riches, mais nous ne sommes pas plus instruits sur leur nature, ni leur digestibilité, que sur celles des protéines. Chez aucune espèce, les corps gras ne s'accumulent autant que chez certaines Phanérogames et, d'une manière générale, le rôle des graisses dans l'alimentation par les Algues semble insignifiant.

Les saccharides sont insuffisamment connus. Les monosaccharides, qui représentent la forme assimilable, sont rares ; parmi les disaccharides, le tréhalose existe parfois en proportion assez notable ; les polysaccharides sont abondants ; ce sont surtout des dextranes (cellulose, composés pectiques variés) chez les Algues brunes, surtout des galactanes chez les Algues rouges et aussi des pentosanes. Les diastases qui les solubilisent sont inconnues et les galactanes et pentosanes résistent aux actions bactériennes essayées. Bien que les expériences à ce sujet soient quasi infructueuses au laboratoire, il n'en

est cependant pas entièrement de même dans le tube intestinal. D'ailleurs, la nature offre nécessairement des microorganismes qui les décomposent, sinon les Algues arrachées par les vagues s'accumuleraient en amas chaque jour plus grands ; la rapide décomposition du goémon utilisé comme engrais suffit à démontrer leur existence et leur activité.

L'utilisation des Algues marines semble plus intéressante en ce qui concerne les animaux domestiques ; il est même possible qu'elle augmente dans l'avenir.

On trouve partout, dans les revues ou les journaux, les mêmes affirmations en ce qui concerne l'alimentation des animaux domestiques par les Algues marines ; ces renseignements, comme ceux qui concernent l'alimentation humaine, sont surtout empruntés, directement ou indirectement, à GREVILLE ou à HARVEY qui eux-mêmes les ont puisés dans les livres des vieux botanistes septentrionaux : LINNÉ, GMELIN, GUNNER, etc. ; ils se réduisent en résumé à ceci : Le *Rhodymenia palmata* est si recherché par les moutons et les chèvres scandinaves que GUNNER l'appelait *Fucus ovinus* ; à l'île de Gothland, on nourrit communément les porcs avec du *Fucus vesiculosus* bouilli mélangé à un peu de farine grossière ; en Norvège, le *F. serratus* et le *Chorda Filum* constituent une partie du fourrage donné en hiver aux bestiaux ; dans certaines îles de l'Ecosse, le bétail descend à la côte en hiver, à la basse mer, pour y manger le *F. vesiculosus*. Tout cela date de près de deux siècles ; je ne m'y arrête pas davantage. Je relève néanmoins, à propos du *L. saccharina*, les affirmations contradictoires rapportées par GREVILLE (*loc. cit.*, p. 34) : d'après GUNNER, les bestiaux le mangent en Norvège,

et d'après VAHLENBERG, les bestiaux n'y goûtent pas. D'ailleurs, LEMAN disait en 1822, dans son article *Laminaria,* cité plus haut à propos des efflorescences du *Rhodymenia* : « On lui donne les surnoms de *beaudrier* et de *Ceinture de Neptune* à cause de sa forme semblable à celle d'un large ruban. C'est encore le *varech des chevaux* ou *diable de mer des Norvégiens et des Lapons*, dont ils ne font pas d'emploi comme fourrages, les bestiaux refusant d'en manger. C'est ce qui avait fait croire aux anciens peuples de ces contrées boréales que cette plante était ensorcelée, et l'instrument employé par les sorciers pour exciter les chevaux marins ».

A Roscoff et à l'île de Batz, on nomme le *R. palmata* *goémon à vache* ou *goémon à bestiaux* parce que les bestiaux qui le trouvent rejeté sur la grève, ou sur les tas de goémon destinés à l'engrais des terres, le mangent volontiers et ne semblent pas rechercher d'autres espèces d'Algues ; les observations manquent au sujet de l'*Alaria*, rejeté à la côte en quantité insignifiante. Dans les îles situées à l'ouest du Finistère, le bétail trouve parfois difficilement à se nourrir et mange des Algues. Des marins du Conquet m'ont dit qu'à l'île de Béniguet, les vaches viennent souvent chercher leur pâture parmi les tas de goémon épave, qu'ils ramènent à terre pour l'engrais ou pour l'incinération, et ils m'ont désigné le *L. saccharina* comme l'espèce la plus recherchée. A l'île de Molène (où il n'y a ni chevaux, ni moutons), certaines vaches mangent des Algues d'échouage, fraîches ou sèches, selon leur caprice, mais jamais en grande quantité et elles s'adressent, m'a-t-on dit, à toutes les espèces (?) sauf au goémon noir ; on n'en récolte d'aucune sorte pour les donner à l'étable.

De La Pylaie séjourna jadis à l'île de Sein Il dit (*Quelques observations... etc.*, 1824, p. 182) du *L. leptopoda* de la Pyl. (*L. flexicaulis*) : « Quand la fronde va se détruire, sa couleur vert olivâtre devient blanche comme un morceau de parchemin, lorsqu'elle est soumise à l action de la pluie ou de la rosée. C'est la seule espèce de Laminaire qui nous offre ce genre d'altération, et que les vaches recherchent pour leur nourriture, le long du rivage à l'île de Sein : elles vont l'y trouver quand la mer est basse, et la mangent avec avidité lorsqu'elle a blanchi ; mais elles n'en veulent point dans son état naturel[1] ».

M. Marzin, gardien du phare à l'île de Sein, m'écrit que les vaches de l'île descendent d'elles-mêmes à la grève pour manger le *R. palmata* et qu'elles s'en régalent ; il me dit aussi que des Algues fraîches, sortant de la mer (mais je ne sais pas quelles espèces), lavées à l'eau douce, sont données aux bestiaux dans de l'eau chaude, mélangées à un peu de son, et qu'ils en sont friands.

A l'île d'Ouessant, de mémoire d'homme, ni les moutons, ni les chevaux n'ont mangé d Algues. Mais, voici peu d'années encore, lorsqu'un coup de vent d'hiver accumulait du goémon dans les anses, on y conduisait les vaches, on disposait même les galets (qui sont énormes sur cette côte battue) pour leur préparer un chemin moins difficile ; elles s'y nourrissaient avidement de *Rhodymenia* et d'autres Algues qu'on n'a pas su me désigner, mais jamais on ne les a récoltées pour les distribuer dans les étables. La cause de la cessation de cet usage variait avec mes interlocuteurs : la qualité du lait était

[1] Les goûts du bétail semblent donc différer en Ecosse et en Bretagne Je me borne à fournir les renseignements que j'ai recueillis.

moins bonne, les animaux étaient victimes d'accidents, les variétés de pommes de terre et de betteraves actuellement cultivées sont plus productives, il fallait trouver de la nourriture pour les bestiaux, car l'île avait alors moins de terres incultes et plus de bêtes à cornes. Actuellement, en effet, les femmes cultivent seules la terre et elles y suffisent d'autant moins que la charrue est presque inconnue dans l'île; les hommes s'engagent comme marins de l'Etat, reçoivent des salaires avantageux, des pensions élevées, se désintéressent de l'agriculture, d'où la diminution du troupeau. Quand j'objectais que les habitants de Sein continuent à nourrir leurs bestiaux avec des Algues, on me répondait victorieusement qu'ils manquent de foin, de paille, de betteraves et de pommes de terre et qu'ils ne peuvent mieux faire. Les conditions sont en effet différentes dans ces îles : Sein est plate et très peu élevée, tandis qu'une falaise d'une vingtaine de mètres protège les terres beaucoup plus étendues d'Ouessant, et certains points de l'île cotent 40 mètres, 50 mètres et même 65 mètres d'altitude.

J. Hendrick a observé ceci dans la partie ouest de l'île Lewis (Ecosse) [1] : Les vaches et les moutons sont en liberté, ils descendent d'eux-mêmes sur la grève à basse mer pour y chercher leur nourriture parmi les Algues marines ; les agneaux suivent les brebis. Les moutons mangent seulement le *R. palmata* et l'*A. esculenta*, et certains négligent même ce dernier ; bien que le *R. palmata* soit souvent fixé sur le stipe des Laminaires, les

[1] J. Hendrick. — *The Composition and Use of certain Seaweeds*, The Journal of the Board of Agriculture, t. XXII, Londres, 1916 et *in litt.*

moutons broutent le *Rhodymenia* sans toucher à son support. Quant aux vaches, elles s'adressent uniquement au *L. flexicaulis* (*L. stenophylla*) et à l'*Alaria* ; bien que le *L. Cloustonii* (*L. digitata*) fut si abondamment rejeté qu'il couvrait souvent les autres espèces, les vaches n'y goûtaient pas, elles le soulevaient du museau et le fouillaient pour trouver les deux espèces qu'elles recherchent, et encore choisissaient-elles, dans le *L. flexicaulis*, la lame pour laisser le stipe. Enfin, bien que le *L. saccharina* fut abondant sur la grève, Hendrick n'a vu ni les vaches ni les moutons y goûter; on lui a dit cependant qu'ils en mangeaient quelquefois. Hendrick a fait ces observations en été, alors que l'herbe ne manque pas ; pendant l'hiver, le bétail de Lewis est pareillement en liberté et se nourrit de même. Les paysans récoltent aussi des *L. flexicaulis* en grande quantité pour le donner aux bestiaux à l'étable, car ils le considèrent comme une nourriture très saine, et Hendrick m'a confirmé par lettre que cette Algue est donnée fraîche, telle qu'elle est récoltée sur la grève, et sans être préalablement lavée dans l'eau douce.

M. Rosenvinge m'a fourni, d'après M. Thoroddsen, quelques renseignements intéressants sur la nourriture des animaux en Islande. Les *Rhodymenia*, *Alaria*, *Chondrus*, et plusieurs autres, y jouent un rôle considérable dans l'alimentation des moutons et aussi des chevaux. Sur toute la côte islandaise, durant tout l'hiver, et même aussi çà et là en été, des milliers de moutons vaguent librement et se repaissent d'Algues marines ; en certaines localités, comme à Langarnes, on ne leur donne aucune autre nourriture ; ailleurs, ils reçoivent en outre

un peu de foin ; partout ils prospèrent, engraissent, et leur viande est de bonne qualité ; on dit cependant que leurs agneaux ont des membres plus faibles que ceux de l'intérieur de l'île. Les chevaux cherchent aussi leur nourriture sur la côte, surtout pendant l'hiver, et préfèrent le *L. saccharina* dont ils choisissent la partie inférieure (la plus jeune) de la lame. Les vaches ne vont pas chercher elles-mêmes leur pâture à la côte ; on leur donne à l'étable du *R. palmata* et de l'*A. esculenta*, et leur lait n'en conserve aucun goût. En outre, depuis quelques années, les Islandais récoltent les Algues comme fourrage d'hiver ; pour cela, ils les trempent dans l'eau pour les laver et les débarrasser du sable adhérent, les entassent dans des fosses profondes où elles sont pressées sous une couche de madriers et de pierres ; ainsi comprimées, elles forment une masse ferme que l'on fend à coup de hache et que les animaux mangent en hiver avec grand appétit. En certains endroits, les *Alaria* récoltés en automne sont séchés à l'air après lavage à l'eau douce, puis conservés dans le fenil en couches alternant avec des couches de foin. L'équivalence nutritive entre ces Algues et le foin, encore mal connue, varie naturellement avec la qualité et la digestibilité des différentes espèces de plantes et aussi avec les animaux. D'ailleurs, les moutons de la côte islandaise, qui sont nourris d'Algues depuis de nombreuses générations, les digèrent bien plus facilement que les moutons de l'intérieur, habitués à manger uniquement de l'herbe ou du foin ; cette remarque ne s'applique pas seulement aux Algues, car M. ROSENVINGE me fait observer que les vaches islandaises de l'intérieur, accoutumées depuis des siècles à manger diverses espèces de *Carex*, les digèrent très bien, engraissent et four-

nissent du lait en abondance, tandis que les vaches danoises accepteraient difficilement cette nourriture. La question d'accoutumance, et même d'accoutumance par hérédité, joue donc un rôle important. On le voit bien encore en Islande où parfois les chevaux consentent difficilement à manger de l'avoine.

J'ai dit plus haut, d'après Foslie, que certaines Laminaires servent, dans le Finmarck, à la nourriture du bétail. D'après M. Wille, qui a fourni ces renseignements à M. Rosenvinge, les Norvégiens distribuent fréquemment des Algues marines dans les étables, après les avoir trempées dans l'eau douce et souvent bouillies ; ce sont de petites Laminaires, surtout l'*Alaria esculenta* (d'où son nom de *Kutara*, algue de vache), et l'*Ascophyllum nodosum* (d'où son nom de *Grisetang*, algue de cochon). Actuellement, on tend à les utiliser davantage et il existe deux usines, en Norvège, l'une à Bergen, l'autre à Trondhjem, où les Algues sont séchées puis broyées. A dose convenable, elles ne donnent pas de mauvais goût au lait et ne causent pas de diarrhée aux chevaux ; il faut prendre garde, toutefois, de ne pas les donner aux animaux comme nourriture exclusive, les sels inclus, et surtout les combinaisons iodées, pouvant devenir nuisibles. Cette réserve contredit ce que nous disions plus haut du bétail islandais et écossais ; peut-être est-ce une question d'accoutumance plus ou moins longue[1]. D'ailleurs, le lecteur s'est rendu compte que les rensei-

[1] M. Rosenvinge m'envoyait en même temps une brochure où M. Isaachsen expose l'état de la question en Norvège, mais mon ignorance de la langue norvégienne m'a empêché d'en prendre connaissance, elle est intitulée : H. Isaachsen, *10 de beretning (1915-16) fra foringsforsökene ved norges landbrukshöiskole*, Christiania, 1917.

gnements que j'ai rassemblés sur les divers pays où les Algues sont utilisées présentent d'autres discordances.

D'après A.-T. CAMERON (*loc. cit.*, part. II, p. 2), HUNTER et SIMPSON ont établi (en 1915) que le tissu séché de la glande thyroïde de moutons des îles Orcades nourris durant l'hiver surtout d'Algues marines, contient des quantités d'iode variant de 0,418 % à 1,050 % selon les individus, ce qui, à leur avis, confirmerait l'idée émise par CAMERON « que les variations en teneur d'iode de la thyroïde sont attribuables à des différences de régime ».

Les Algues marines étaient complètement ou presque complètement négligées en France pour l'alimentation des animaux domestiques, lorsque survint, pendant la guerre, la pénurie d'avoine et de fourrages qui obligea de recourir à des succédanés variés. Par ses fonctions, l'intendant militaire ADRIAN (l'inventeur du casque de nos poilus et des baraques Adrian) s'en préoccupait plus que tout autre[1]. Il a conté[2], qu'en mai 1917, un chimiste-industriel (P. GLOESS) vint lui « proposer, pour l'imperméabilisation des étoffes, un produit retiré des Algues marines de la classe des Laminaires préalablement débarrassées de leurs sels par un traitement approprié » ;

[1] Je n'ignore pas les articles publiés par OLIVIERO, RENAULD, etc. dans la *Revue de pathologie comparée* et pour lesquels cette Revue a réclamé le bénéfice de la priorité de l'utilisation des Algues marines, mais je crois vraiment inutile de les citer. On y lit, par exemple, (n° 137, p. 259) que la brochure de DESMOIRES, que j'ai brièvement analysée (Cf. p. 21), est « un très brillant travail d'algologie ».

[2] ADRIAN — *Sur l'emploi de certaines Algues marines pour l'alimentation des chevaux*, Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CLXVI, Paris, 1918.

ce produit était l'algine ou l'alginate de sodium dont nous avons vu les propriétés et la préparation au chapitre III. ADRIAN, s'informant de la composition centésimale des Laminaires déminéralisées, fut frappé de son analogie avec celle des avoines de Brie, analysées par BALLAND, et pensa à les utiliser pour remplacer l'avoine. Cette conclusion un peu hâtive prouve combien ADRIAN s'exagérait la signification des analyses chimiques des végétaux ; on doit néanmoins lui en savoir gré, car son idée fut le point de départ d'expériences dont les résultats pourraient avoir un intérêt pratique.

Aussitôt, des *L. flexicaulis* (mélangés à quelques *L. Cloustonii*) expédiés secs de Bretagne, furent traités au Muséum, dans une dépendance du service de LAPICQUE, sous la direction de P. GLOESS ; on les déminéralisait dans l'eau acidulée par HCl, procédé recommandé jadis par STANFORD ; on séchait après rinçage à l'eau douce. Dès le mois de juin suivant, ADRIAN s'en servit pour des expériences. Trois chevaux de réforme, en mauvais état et atteints de lymphangisme, furent soumis au régime ordinaire, avoine, foin, paille ; trois autres chevaux dans le même état reçurent progressivement de l'Algue en remplacement d'avoine ; après 24 jours, « on constata que, dans leur ensemble, les chevaux nourris à l'Algue alimentaire avaient augmenté de 6 % de leur poids, que leur état général s'était sensiblement amélioré et que le lymphangisme avait disparu. Cette affection persistait, par contre, chez les animaux du premier lot ». Ce résultat encourageant ne prouvait en somme rien au point de vue même de l'alimentation, sinon que les Algues étaient inoffensives ; la déminéralisation n'étant que partielle, les sels restant avaient guéri le lymphangisme ; l'augmenta-

tion de poids pouvait être une conséquence de leur action thérapeutique.

Adrian effectua une nouvelle série d'expériences sur des chevaux sains : « A la date du 8 août, deux lots de 20 chevaux furent constitués au 1er cuirassier, au Quartier Dupleix, dans le même escadron ; 20 chevaux ont été soumis au régime normal, les 20 autres ont reçu 1 kilogramme d'Algue alimentaire en remplacement de 1 kilogramme d'avoine... L'expérience a duré deux mois, et, à la pesée du 8 octobre, on constata que les chevaux nourris à l'Algue alimentaire avaient gagné individuellement 13 kilogrammes en deux mois, tandis que les chevaux témoins n'avaient gagné que 2 kilogrammes à peine. La première expérience se trouvait donc pleinement confirmée. A la suite de ces essais, disait l'auteur, j'estime que 0^{kg},750 d'Algue alimentaire équivalent à 1 kilogramme d'avoine, mais c'est un point qu'il conviendra d'éclaircir ».

Portant sur un tel nombre de chevaux, cette expérience était fort intéressante. On regrettera toutefois qu'Adrian n'ait pas donné plus de renseignements sur chacun d'eux : les 20 chevaux avaient-ils également accepté la Laminaire ? mangeaient-ils tous du même appétit et en totalité cette nourriture si nouvelle pour eux ? la digéraient-ils tous avec une égale facilité ? l'augmentation moyenne de 13 kilogrammes comportait-elle des écarts forts ou faibles avec un minimum et un maximum ? en supposant que 13 kilogrammes fut une moyenne avec de très faibles écarts, cette augmentation de poids dénotait donc une assimilation parfaite du 1/5 ou du 1/4 du poids de l'Algue ingurgitée, ce qui paraît énorme.

La Direction des Inventions chargea Lapicque de pour-

suivre l'étude physiologique de la question [1]. Il s'est servi de ce qui restait des Laminaires préparées pour Adrian, puis d'autres lavées soit dans l'eau acidulée par l'acide sulfurique, soit dans l'eau de chaux, la chaux ou l'acide ayant le même effet d'empêcher le passage du mucilage dans l'eau de lavage.

Les Algues, ingérées par des chevaux militaires de réforme, semblèrent tout d'abord indigestibles ; Lapicque les retrouvait dans le crottin, mais « à partir du jour suivant elles perdirent peu à peu leur consistance, se réduisirent à de vagues grumeaux mucilagineux et disparurent totalement dans le crottin correspondant au 6e jour du régime ». « Sur des chevaux au repos (1 heure de promenade haut le pied), réglés à l'entretien strict, dit Lapicque, on peut remplacer la totalité de l'avoine par des Algues. Avec un travail léger, 2 heures de traction de tombereau sur route pavée, l'équilibre nutritif a été obtenu avec 1.500 grammes d'Algues et 500 grammes d'avoine (outre foin et paille) ; il ne l'a plus été en remplaçant l'avoine restante par son poids de marc de pommes ». Les expériences ont porté sur deux espèces d'Algues, *L. flexicaulis* et *F. serratus* ; avec celui-ci, l'auteur a eu « des accidents », dit-il, sans rien spécifier sur leur nature ni sur leur cause probable. Finalement, il arrive « à cette conclusion que les Algues employées (*L. flexicaulis* lavé à l'acide ou à la chaux) sont pour le cheval digestibles et nutritives, mais qu'elles doivent être rapprochées

[1] L. Lapicque. — *Emploi des Algues marines pour l'alimentation des chevaux*, Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CLXVII, Paris, 1918 ; sous le même titre, l'auteur a publié une Note un peu plus étendue dans le *Bulletin du Muséum*, t. XXIV, n° 7, Paris, 1918.

plutôt du foin que de l'avoine », ce qui ne concorde pas avec la Note d'Adrian. Lapicque croit, il est vrai, que les procédés de préparation étaient trop lents et que si les Laminaires fraîchement cueillies sont plongées seulement un quart d'heure dans un lait de chaux léger, puis lavées un quart d'heure à l'eau douce et séchées à l'air, ce qui suffit pour qu'elles ne soient plus hygrométriques, elles renferment encore toute leur laminarine et par suite constituent un fourrage vraiment précieux pouvant remplacer l'avoine. Il a traité ainsi plusieurs tonnes de *L. flexicaulis*, mais ses Mémoires ne disent pas que l'essai alimentaire en ait été fait. L'auteur semble d'ailleurs s'exagérer la rapidité avec laquelle une substance de poids moléculaire aussi élevé que la laminarine passe par osmose dans les lavages destinés à diminuer la teneur en substances salines, et, d'après les expériences de Hendrick (Cf. p. 183), le séchage des Laminaires sur la grève leur fait perdre beaucoup plus de potasse que de matière organique.

Vers la fin de l'été de 1918, la Direction des Inventions m'invitait à reprendre ces expériences sur la nourriture des chevaux par les Algues marines. J'étais alors à la Station biologique de Roscoff et son directeur, M. Yves Delage, mit le personnel à ma disposition dans la mesure où le permettait le service des laboratoires. Nous avons fait aux marées de fin d'août et de septembre, d'amples récoltes sur place de *F. serratus* entier et de lames de *L. saccharina* et de *L. flexicaulis* ; aussitôt débarquées, les Algues étaient étalées sur la vaste terrasse sablée de la station ou sur le promenoir cimenté qui entoure le grand réservoir ; la rosée nocturne, toujours abondante, suffisait à les dessaler ; de temps en temps, on les retournait pour assurer la dessiccation ; les premières récoltes séchèrent

rapidement, les dernières reçurent plusieurs pluies abondantes, puis séchèrent lentement. Le *L. flexicaulis* blanchit entièrement. Finalement, les Algues, mises en sac, furent transportées à Bordeaux. C'est alors que commencèrent les difficultés, car je dispose d'un laboratoire exigu où je ne pouvais songer à déminéraliser de grandes quantités d'Algues et encore moins à amener des chevaux. M. Louis Moreau, l'un des vétérinaires les plus qualifiés de la région, a bien voulu s'associer à moi pour faire les expériences et s'occuper de toute la partie zootechnique [1]; nous étions d'accord pour expérimenter sur des chevaux de travail et non sur des chevaux de réforme et pour ne pas opérer dans une caserne, ni confier une surveillance quelconque à des soldats de corvée.

Nos Algues avaient été séchées à l'air libre ; nous voulions en outre, comme dans les expériences d'Adrian, les déminéraliser d'après le procédé de Stanford, propagé par P. Gloess, comme si les substances passées dans le liquide de macération dussent être récupérées, bien que, naturellement, nous n'eussions ni l'intention de recueillir ce liquide, ni les moyens d'extraire les sous-produits. Pour cela, M. Baronnet-Frugès, le grand raffineur bordelais, nous a généreusement aidés en mettant à notre disposition son usine et le personnel nécessaire sous la direction de son ingénieur, M. Félix Moreau, qui surveilla la préparation et les analyses.

Toutes les Algues furent coupées au hache-paille en morceaux de quelques centimètres [2] ; puis, de petits frag-

[1] C. Sauvageau et Louis Moreau. — *Sur l'alimentation du cheval par les Algues marines*, Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CLXVIII, Paris, 1919.

[2] Des grains de sable restent toujours collés aux Algues quel que

ments rassemblés de chaque lot servirent à doser les cendres rapportées à la matière sèche (à 105°). Les *F. serratus* et *L. flexicaulis*, très mouillés à Roscoff, en fournirent respectivement 15,79 °/₀ et 17,17 °/₀ ; les mêmes espèces, rapidement séchées, 17,70 °/₀ et 19,85 °/₀ ; le *L. saccharina*, qui avait aussi reçu la pluie, en fournit 18,47 °/₀.

Le *L. flexicaulis* qui avait été très mouillé ne subit aucun traitement. Après des essais démontrant que la déminéralisation dans un même temps croît avec l'acidité de la solution, on s'arrêta, pour les autres Algues, au procédé suivant : 25 kilogrammes d'Algues macéraient 12 ou 24 heures dans de grandes barriques, dont un fond avait été retiré et renfermant 180 litres d'eau acidulée par 1 °/₀ de HCl ordinaire, qu'un homme brassait de temps en temps ; après changement de la solution pour une nouvelle macération acidulée de même durée, on lavait largement. A défaut d'un pressoir de vendanges, les Algues ont été essorées aux turbines Cail tournant à 1.200 tours (le liquide expulsé réduisait fortement le Fehling) ; la saison (en novembre) et l'espace ne permettant pas le séchage à l'air libre, elles furent exposées en couche mince pendant 48 heures dans les étuves à sucre chauffées de 30° à 50°. Le poids des cendres, rapporté à la matière sèche, variait alors, suivant les lots, de 3,77 °/₀ à 6,65 °/₀ ; toutefois, par suite d'un accident au moteur, le *L. flexicaulis* fut séché sans essorage ; il donnait 8,25 °/₀ de cendres.

Les Algues furent transportées dans un endroit sec, chez

soit leur état de dessication ; pour les faire tomber et ménager les lames coupantes de l'instrument on bat tout d'abord les Algues.

M. Louis Moreau qui possède une clinique et une maréchalerie. A cette époque, la crise de l'avoine et des fourrages sévissait plus que jamais; les chevaux étaient affamés. Néanmoins, nous n'étions pas sans une certaine appréhension sur la manière dont ils consentiraient à prendre la nourriture que nous leur préparions, car les ouvriers de la raffinerie Frugès s'étaient plusieurs fois amusés à offrir nos Algues aux chevaux et toujours sans succès; c'est une difficulté que ni Adrian ni Lapicque ne mentionnent. Le contre-maître de M. Louis Moreau reçut donc la mission de présenter aux chevaux de la clientèle, conduits pour le ferrage ou la consultation, et venant de Bordeaux ou de la banlieue, une poignée de *L. flexicaulis* non traité et de *F. serratus* traité. Sur 314 chevaux, 3 seulement les ont volontiers acceptés et avalés; les autres les refusaient d'emblée ou les rejetaient après avoir commencé à les mastiquer[1]. Il fallait donc habituer les animaux à cette nourriture et par conséquent commencer l'expérience à la clinique.

Pour la faire dans les meilleures conditions, nous voulions un cheval sain et robuste qui serait soumis à un travail régulier et pénible. MM. Astié et Gomer, entrepreneurs de camionnage, ont obligeamment laissé M. Moreau, qui est le vétérinaire de leur entreprise, choisir parmi les 360 chevaux de leurs écuries, la bête qui lui conviendrait pour cela.

Or, au début de janvier 1919, Margoton, superbe jument de 10 ans, propre au gros trait, en parfait état.

[1] Cet essai, pratiqué sur une centaine de chevaux avant de commencer les expériences, fut continué tandis que Margoton était à la clinique; on notait les chevaux; il s'agit donc de 314 chevaux différents.

d'excellente dentition, ayant besoin d'un repos de quelques jours par suite d'un javart cutané, fut choisie pour l'expérience et conduite à la clinique le 7 janvier. Elle pesait 640 kilogrammes[1]. Aux écuries Astié et Gomer, sa ration quotidienne (de temps de guerre) commune à toute l'écurie, était : foin 8^{kg},500, son de mauvaise qualité 4 litres, topinambours 6 kilogrammes, avoine 2^{kg},500. Par principe, durant tout le séjour de Margoton à la clinique, son régime fut réduit et consistait en : foin 6^{kg},500, et son 18 litres, que nous prenions chez ses propriétaires pour que les conditions fussent bien comparables. Les 7, 8, 9 janvier, du *L. flexicaulis* traité, soigneusement mélangé au son, restait intact dans sa mangeoire, trié avec une surprenante habileté. Pour l'obliger à y goûter, Margoton fut mise à la diète hydrique à partir du 10 ; on lui présentait une poignée de Laminaires trois fois par jour aux heures habituelles de ses repas. Elle les accepta seulement le 12 au soir. Dès lors, elle reçut du foin et du son et, à chacun des trois repas, 300 grammes de *L. flexicaulis*, traité ou non, qu'elle mangeait entièrement, mais sans plaisir.

Comme dans l'expérience de Lapicque, des morceaux d'Algues, d'abord presque intacts, simplement gonflés, se retrouvaient dans les crottins ; ils diminuèrent progressivement de taille et de consistance pour disparaître entièrement le 24. Le 28, le *L. flexicaulis* est remplacé par un même poids de *F. serratus* ; l'animal s'aperçoit de cette substitution, hésite, mais le mange néanmoins entièrement ; des débris apparaissent de nouveau dans les crottins, puis bientôt on n'en voit plus, il y eut donc une

[1] Toutes nos pesées d'animaux ont été faites par le *Poids Public*.

seconde adaptation digestive plus rapide que la première. A part cela, les crottins furent toujours normaux, de 19 kilogrammes en moyenne par jour, avec de faibles variations. Le seul travail de l'animal était une heure de promenade haut le pied ; cependant son jeûne, puis son alimentation insuffisante, devaient l'amaigrir et, en effet, le 3 février, il pèse 600 kilogrammes.

A partir du 3 février, Margoton reçoit 2^{kg},100 de *F. serratus* par jour au lieu de 900 grammes, mais elle en laisse toujours ; une seule fois elle a tout mangé. Malgré cela, elle en profite remarquablement, car le 12 elle pèse 630 kilogrammes ; elle a donc mieux assimilé sa nourriture totale ; les crottins semblent d'ailleurs composés d'éléments plus tenus, comme si la digestion était plus complète.

Le 12 février, Margoton rentre à la maison ASTIÉ et GOMER où elle va fournir le même travail de gros camionnage que ses voisins d'écurie. Elle reçoit la même ration journalière que ceux-ci et, en outre, 2^{kg},100 de *F. serratus*[1]. Soit par accoutumance, soit par augmentation d'appétit, elle mange tout. Malgré le travail auquel elle est soumise, elle pèse 651 kilogrammes le 27, ce qui représente 11 kilogrammes d'augmentation sur son poids initial ; or, avant d'entrer à la clinique, elle avait exactement le même régime alimentaire, moins le *F. serratus* qui, pendant ces 31 jours, n'a causé aucun trouble ni accident. Le *F. serratus* convient donc aussi bien pour la nourriture que le *L. flexicaulis*.

[1] Il eut assurément été préférable de ne pas donner d'avoine, mais Margoton ne nous appartenait pas et l'animal, à cette époque, représentait une valeur de 4 000 à 5 000 francs ; nous devions expérimenter avec prudence.

Nous décidons alors de forcer la dose d'Algues et de supprimer de nouveau complètement l'avoine, les autres éléments de la ration restant les mêmes. Le 28 février, on remplace le *F. serratus* par 5 kilogrammes de *L. flexicaulis* ; Margoton n'y touche pas ; elle en mange seulement le surlendemain 2 mars et alors s'en montre friande ; des débris réapparaissent dans les crottins pendant quelques jours, ce qui confirme la remarque précédente de la nécessité d'une nouvelle, mais rapide adaptation digestive. Ce nouveau régime est continué jusqu'au 22 avril. Bien que la jument, privée d'avoine depuis le 28 février, ait fourni son travail habituel de gros camionnage, elle a encore augmenté de poids et pèse, le 22 avril, 657 kilogrammes. On ne pouvait espérer un résultat plus satisfaisant.

Tandis que Margoton était soumise au régime du *F. serratus* dans les écuries Astié et Gomer, on remarqua les efforts d'une voisine de stalle, Esclandre, à lui en dérober. M. Moreau en profita pour mettre celle-ci en expérience le 5 avril. Esclandre, jument de 16 ans, en bon état, propre au trait rapide, pèse 472 kilogrammes. D'emblée, on remplace poids pour poids sa ration journalière d'avoine (2^{kg},500) par le *L. flexicaulis* traité ; elle en est friande et n'en laisse pas ; encouragés par ce succès, nous lui en donnons, à partir du 12 avril, 5 kilogrammes, la suppression de l'avoine étant maintenue. Son travail quotidien de livraison des bagages en ville a été continué pendant l'expérience sans modification ni atténuation ; malgré cela, la bête pèse, le 20 avril, 18 kilogrammes de plus que le 3 avril.

Le *Laminaria saccharina* abonde sur nos côtes, où il est plus accessible que le *L. flexicaulis*, et sa récolte est

plus facile. J'ai dit plus haut que, d'après les vieux auteurs, les animaux norvégiens et lapons ne le mangent pas, et que HENDRICK n'a pas vu les vaches et les moutons de Lewis y goûter ; j'ignorais alors que les chevaux islandais s'en nourrissent, comme M. ROSENVINGE me l'a appris. J'en avais cependant rapporté une grande quantité et nous l'avons essayé. Après déminéralisation partielle, il contenait 5,62 % de cendres. Le 22 avril, nous l'avons brusquement substitué au *L. flexicaulis* dans la ration de Margoton et d'Esclandre. L'une et l'autre l'ont refusé, puis Margoton consentait à en manger quelques centaines de grammes, tandis qu'Esclandre le refusait obstinément. Nous avons insisté jusqu'au 26 inclus, sans succès. Deux chevaux de la même écurie, Ré bémol et Carmen, réputés très voraces, et qui mangeaient volontiers du *F. serratus*, refusèrent pareillement le *L. saccharina*. La répulsion de nos chevaux pour cette espèce est sans doute attribuable à la nature même de la plante ; néanmoins, le fait suivant est à mentionner. Tous les exemplaires des diverses espèces rapportées de Roscoff étaient des Algues propres ; les marins du Laboratoire ne récoltaient pas celles qui étaient garnies de Bryozoaires, Ascidies composées... etc. et, lorsqu'elles étaient étalées à l'air, je les passais de nouveau en revue. Les *L. saccharina* qui croissent à Roscoff parmi les *L. flexicaulis* sont généralement très propres ; ceux qui croissent dans une station plus abritée portent généralement de nombreux *Spirorbis* ; or, les *L. saccharina* récoltés étaient précisément de ces derniers ; beaucoup de *Spirorbis* sont tombés pendant la dessiccation et le hachage, les autres sont tombés pendant le lavage dans l'eau acidulée et ce qui était présenté aux chevaux n'en portait plus. Je ne crois donc pas que ces

Spirorbis aient laissé une odeur désagréable pour les chevaux ; il serait bon, néanmoins, de recommencer l'expérience avec des individus récoltés dans une station où ils en sont indemnes.

M. MOREAU n'a jamais constaté d'accidents. L'urine s'est toujours montrée iodée, sans sucre ni albumine, la quantité d'iode y étant plus grande avec le *L. flexicaulis* qu'avec le *F. serratus* ; le culot de centrifugation n'a présenté ni cylindres, ni cellules épithéliales, pouvant faire soupçonner une altération du rein. Le pouls est demeuré normal, la conjonctive aussi. L'intestin a toujours bien fonctionné. En somme, rien d'anormal n'a été constaté, dans les limites de temps où nous nous sommes placés. Le travail des animaux en expérience s'est effectué normalement, sans essoufflement, et leur poil était peut-être meilleur que celui de leurs voisins d'écurie[1].

Quelle est donc la portée de ces expériences ?

Sur 314 chevaux appartenant à un très grand nombre de propriétaires, et par conséquent soumis, en cette période de disette, à une alimentation variée et à peine suffisante, 3 seulement ont accepté d'emblée nos Algues. Il faut donc une certaine période d'accoutumance olfactive et gustative pour les faire accepter. Ceci n'est d'ailleurs nullement extraordinaire : les chevaux islandais acceptent difficilement l'avoine, et beaucoup de chevaux refusent tout d'abord les aliments mélassés, puis s'en montrent friands.

Le *F. serratus* et le *L. flexicaulis* constituent l'un et

[1] J'avais aussi rapporté de Roscoff un sac de *Rhod palmata* sec ; M. MOREAU en a présenté à divers moutons qui l'ont aussitôt accepté, bien qu'ils n'en eussent jamais vu. Nous comptons faire avec le *R. palmata* des expériences précises sur les moutons.

l'autre une excellente nourriture. Nos expériences portent sur 2 chevaux seulement, mais sur 2 chevaux très sains, soumis à un travail dur; bien qu'elles aient duré peu de semaines, leur conclusion semble avoir une portée générale. Les prévisions d'Adrian se sont réalisées et au delà. Non seulement les animaux ne souffrent pas du remplacement de la ration d'avoine par la même quantité d'Algues, mais ils augmentent de poids plus que les témoins, tout en fournissant le même travail.

Adrian a essayé le *L. flexicaulis* parce qu'on s'en servait pour extraire les sels, l'iode et l'algine, mais l'usage du *F. serratus* serait plus pratique, car sa récolte, plus facile et moins coûteuse, dépend moins des marées. *L'Ascophyllum nodosum* aurait sans doute les mêmes qualités et sa récolte est encore plus facile. La récolte de ces deux Fucacées heurterait le privilège et les intérêts des agriculteurs habitués à les utiliser pour leurs champs, mais il est des endroits (île de Ré..., etc.), où, comme nous l'avons vu, la profusion du goémon épave fait négliger la coupe du goémon de rive; elles y seraient exploitées sans inconvénient, pour l'alimentation animale. Il ne faut d'ailleurs pas se dissimuler que, malgré son abondance, le *L. flexicaulis*, récolté sur place, est toujours assez coûteux. Il faut aussi se rappeler que dans les pays où les animaux mangent des Algues marines, ils mangent du goémon épave et non du goémon coupé, ce qui diminue les frais. Les Américains trouveraient peut-être là un intéressant débouché pour leurs grandes Laminaires.

Nous avons largement déminéralisé nos Algues pour nous placer dans les mêmes conditions qu'Adrian et pour expérimenter sur des animaux de prix qui ne nous appartenaient pas; toutefois, cette opération est peut-être

inutile, car nos *L. flexicaulis* fortement mouillés par la pluie, non soumis au lavage acidulé, furent digérés aussi facilement que les autres et paraissent posséder les mêmes qualités nutritives. La préparation alimentaire pourrait donc être beaucoup simplifiée. Je ne discute pas l'intérêt industriel du traitement des Laminaires pour en retirer les sous-produits des eaux de lavage, cette question ayant été traitée au chapitre III. Je ne discute pas non plus l'utilisation des Algues fraîches, parce qu'elle exige sans doute une accoutumance plus longue des animaux et qu'elle est pratique seulement pour des riverains.

Les phénomènes chimiques auxquels les Algues marines sont soumises dans le tube digestif des chevaux sont à peine soupçonnés. Il est donc intéressant de signaler que l'accoutumance digestive à une espèce déterminée est progressive, que cette adaptation, une fois acquise, n'entraîne pas la digestibilité immédiate d'une autre espèce ; elle la facilite seulement, abrège l'accoutumance à celle-ci. Comme je l'ai fait remarquer plus haut, les expériences de Mme Swarzt et d'autres auteurs (réalisées avec des Algues rouges à galactane, mais les choses sont sans doute comparables) n'auraient donc pas dû être faites avec des microbes quelconques, des fèces quelconques, ni sur des animaux et des personnes quelconques.

Nos expériences prouvent nettement que le *F. serratus* et le *L. flexicaulis*, même après un séjour prolongé en liquide acidulé, constituent un excellent aliment d'entretien et de travail. Elles confirment, en outre, le résultat assez surprenant, obtenu par Adrian à la caserne Dupleix, d'une augmentation considérable de poids des animaux en proportion du poids d'Algues ingérées. Les

Algues semblent donc agir comme adjuvants de l'assimilation de la nourriture courante, action imputable soit au développement des sucs digestifs, soit à la pullulation des bactéries hydrolysantes, et cela pourrait être le point de départ de recherches physiologiques étendues.

Les herbivores marins vivent d'Algues ; comme parmi nos herbivores terrestres, on pourrait distinguer des omnivores, qui mangent indistinctement la plupart des espèces, et des spécialistes, qui s'attaquent de préférence à des espèces déterminées ; l'étude de la nourriture des Mollusques marins permettrait peut-être d'expliquer pour quoi telle ou telle Algue, qui abonde dans certaines localités, manque dans d'autres localités où elle devrait se trouver; l'étude de leurs sucs digestifs permettrait aussi d'apprécier les transformations que subissent les polysaccharides des Algues [1].

Sans nous occuper du plancton microscopique, qui nourrit de nombreux animaux, mentionnons que certaines Diatomées, Algues microscopiques à carapace siliceuse, vivent parfois en épiphytes, ou sur la vase, en si grande abondance que leurs amas se distinguent facilement à l'œil nu ; c'est le cas des « sables à Diatomées d'Ambleteuse » étudiés par GIARD [2], accompagnés d'une faune de

[1] D'après H. BIERRY et J. GIAJA (*Digestion des mannanes et des galactanes.* Comptes rendus de l'Académie des Sciences t. CXLVIII, Paris, 1909), le suc gastro-intestinal de divers escargots et aussi de l'écrevisse, du homard, de l'araignée de mer, du crabe vulgaire, n'ont aucune action sur l'agar-agar. Mais aucun de ces animaux ne se nourrit d'algues marines !

[2] A. GIARD. — *Sur une faunule caractéristique des sables à Diatomées d'Ambleteuse* (*Pas-de-Calais*), Comptes rendus de la Société de Biologie, t. LVI, Paris, 1904.

minuscules animaux dont la présence attire de plus gros animaux auxquels ils servent de proie. Une Diatomée mérite une mention particulière ; c'est le *Navicula ostrearia* appelé souvent *Diatomée bleue* parce que les vacuoles de son protoplasme renferment un suc cellulaire bleu. Après BORNET, PUYSÉGUR, RAY-LANKESTER, AD. CHATIN, j'ai eu l'occasion de constater que cette espèce, ingurgitée par les huîtres, laisse filtrer sa matière bleue qui se fixe sur les branchies et les colore en vert ; c'est tout le secret du verdissement des huîtres qui fait la réputation des produits de Marennes[1]. David CARAZZI, professeur à l'université de Padoue, qui étudia la question du verdissement sans la comprendre, crut que ce phénomène dépend de la nature du terrain ; son erreur et les termes heureusement rares dans lesquels il la soutint lui ont valu une certaine notoriété[2].

Dans une claire en verdeur, la partie submergée des talus, le fond de la claire, la valve supérieure des coquilles, sont couverts d'un duvet bleu verdâtre qui rappelle une couche de Cyanophycées ; l'eau prend une teinte d'un bleu foncé, presque noir, par les milliards de *Navicula ostrearia* qu'elle contient. Par une journée ensoleillée, des bulles de gaz apparaissent dans la couche profonde de Diatomées et la soulèvent ; des lambeaux viennent flotter à la surface et la marée les emporte au loin. Les ostréiculteurs de la région de Marennes cultivent leurs huîtres comme le faisaient leurs pères, voici vingt

[1] C. SAUVAGEAU. — *Le verdissement des huîtres par la Diatomée bleue*, Bulletin de la Station biologique d'Arcachon, 10e année, Bordeaux, 1907.

[2] C. SAUVAGEAU. — *Le professeur David Carazzi, les huîtres de Marennes et la Diatomée bleue*, Bordeaux, 1908.

colter dans la région, mais elle n'a pas été construite pour cela.

Cependant, des essais pourraient être tentés dans une autre voie. On sait avec quelle profusion certaines mauvaises herbes d'origine américaine, comme l'*Azolla filiculoides*, l'*Elodea canadensis*, l'*Erigeron canadense*, pour ne citer que les plus vulgaires, se sont répandues chez nous, prenant la place des espèces indigènes. Les cas d'invasion d'Algues, ou même d'acclimatation constatée, sont plus rares [1]. On a récemment assisté, sur les côtes de France et d'Angleterre, à l'invasion fortuite d'une Algue brune, le *Colpomenia sinuosa*, connue jusqu'alors seulement dans des régions plus chaudes, et rien ne laissait prévoir qu'elle résisterait aussi facilement aux hivers des côtes de la Manche. Il est néanmoins préférable, pour des essais d'acclimatation, de s'adresser à des espèces qui croissent dans des conditions comparables à celles qui leur seront offertes ; ceci demande une étude préalable. Avec les actuels moyens rapides de communication, il ne serait pas impossible de tenter l'acclimatation de quelques unes des espèces gélatinisantes orientales qui vivent au niveau de mi-marée.

[1] C. Sauvageau, *Sur la dissémination*, etc..., Monaco, 1918.

CHAPITRE VI

USAGES DIVERS ET CULTURE DES ALGUES MARINES

Sommaire. — I. Utilisation des stipes desséchés de Laminaires. — Utilisation des Algues comme fil et comme amorce pour la pêche à la ligne. — Les Algues rouges et la pourpre de Tyr. — Emploi médical du *Fucus vesiculosus*, du Lichen carragaheen, du *Corallina officinalis*, de la Mousse de Corse.

II. Préparation des Algues pour les collections scientifiques ou pour obtenir un effet artistique.

III. Culture des Algues marines en Grande-Bretagne et au Japon.

En séchant, les Algues à thalle massif diminuent de volume, se rident ou se ratatinent ; mises ensuite dans l'eau, ou simplement exposées à l'humidité, elles absorbent de l'eau, se gonflent, reprennent leur forme. « Cette facilité des *Fucus* à pomper l'eau, dit Mérat (*loc. cit.*), les a fait regarder comme de bons hygromètres. Si on veut s'en servir pour cet usage, il faut choisir les espèces à frondes allongées et arrondies ». Les chirurgiens mettent à profit cette même propriété en employant ce qu'ils appellent « la laminaire » ; c'est le stipe du *L. Cloustonii* coupé en tronçons et passé au tour ; il leur sert à dilater des trajets fistuleux, à dilater le col utérin en vue d'un curetage ou pour provoquer un accouchement prématuré. Ces « crayons » sont pleins ou creux, de longueur et de

diamètre variables selon les besoins ; le commerce les livre avec des garanties d'asepsie ou bien ils doivent être flambés avant l'usage.

Pendant la guerre, les Allemands ont fait une application imprévue de cette propriété des Laminaires de se gonfler par l'humidité. Certaines de leurs grenades, tombées dans une flaque d'eau ou dans un endroit humide, explosaient au bout d'un certain temps. Je tiens de M. L. GUIGNARD, officiellement chargé d'étudier le mécanisme de ces grenades, qu'elles renfermaient de l'acide sulfurique contenu dans une ampoule de verre très mince, et du chlorate de potasse ; elles étaient hermétiquement fermées par un bâton de *L. Cloustonii* portant sur son bout interne une pointe métallique acérée. Par l'humidité, la Laminaire s'allongeait, poussait la pointe qui brisait l'ampoule, et le contact de l'acide et du chlorate déterminait l'explosion. Dans d'autres grenades, l'aiguille poussée par la Laminaire venait au contact d'une capsule de fulminate.

Les stipes desséchés de Laminaires deviennent si durs et si résistants qu'on en fait, dit FARLOW, sous le nom de corne de cerf artificielle, des manches de couteaux, des coupe-papiers... etc. ; une usine fut même établie à Marblehead pour fabriquer des boutons, mais on dut l'abandonner, car les boutons ne supportaient pas le lavage.

« Plusieurs espèces, dit MÉRAT, présentent tant de ténacité que l'on peut en faire des cordages... Le *fucus filum* (actuellement *Chorda Filum*), très abondant sur nos côtes, et qui a souvent cinq à six mètres de longueur, peut être employé au même usage, étant filé en deux ou trois ou en plus grand nombre, suivant l'usage qu'on en veut faire... Il faut qu'ils soient mouillés, surtout lors-

qu'on veut s'en servir, parce qu'alors ils présentent plus de force et seront moins cassants. On ne peut non plus les bien travailler qu'étant humides ».

Suivant SWAN (*loc. cit.*), les pêcheurs de l'Alaska emploient au même usage, et depuis des siècles, le stipe du *Nereocystis*, qui est long, flexible, de la grosseur « d'une corde ordinaire de fenêtre ». Ils le coupent au-dessous du pneumatocyste, le trempent dans un ruisseau d'eau courante jusqu'à ce qu'il soit presque blanc, puis l'étendent, le frottent pour le réduire à la grosseur voulue et le font sécher à la fumée de leur habitation ; très cassant à l'état sec, il est extrêmement résistant quand il est humide, et vaut alors les meilleures lignes à pêche de lin ou de coton. Ces morceaux, variant de 10 à 15 brasses, sont noués ensemble à la longueur de 80 brasses requise pour la pêche à l'entrée du détroit de San Juan de Fuca, ou de 200 brasses pour la pêche de la morue (black cod) à l'île Queen Charlotte (Colombie britannique). Autrefois, les Indiens de la côte se servaient aussi des pneumatocystes de *Nereocystis* comme récipient pour conserver l'huile de chien de mer (dog-fish).

Nos pêcheurs à la ligne prennent généralement en mer des poissons carnivores et appâtent avec des vers, des crustacés, des morceaux de poisson... etc. ; les poissons herbivores sont plutôt capturés dans les filets, car les pêcheurs ignorent de quelles espèces d'Algues ils se nourrissent. Récemment, des espagnols, venus à Port-Vendres, ont enseigné la manière de se servir à cet effet du *Laurencia pinnatifida* et j'ai vu les amateurs de Banyuls-sur-mer capturer ainsi de fort belles pièces. D'après M. FAGE, naturaliste du service des pêches maritimes détaché au

Laboratoire Arago, à Banyuls, ces poissons, voisins des Dorades, sont le Salpe (*Box Salpa*) et les trois espèces méditerranéenes de Sargue (*Sargus*).

Les anciens, dit Mérat (*loc. cit.*), tiraient parti d'une espèce « qu'ils appelaient *fucus rouge* ou *fucus des teinturiers*. Ils l'employaient effectivement à teindre les draps et autres étoffes de laine. On se servait aussi de ce genre de teinture dans l'île de Candie. Il paraît même que le fard des dames était extrait de cette plante ; c'est de là, sans doute, qu'est venu le mot *fucus* qui, en latin, signifie rouge ou fard. Plaute et Tibulle emploient en plusieurs endroits de leurs ouvrages le mot *fucus* pour indiquer le rouge de toilette dont usaient les femmes romaines... Peut-être est-ce de ces plantes que la fameuse couleur pourpre des anciens était extraite... Gmelin remarque que les jeunes Kamtchadales mêlent les fucus avec la graisse des poissons pour se rougir le visage. Il ajoute que les femmes de plusieurs régions maritimes de l'Europe, non moins soigneuses de leur beauté, font macérer le fucus dans l'eau, et se frottent les joues avec cette macération ».

Debeaux ayant eu l'occasion de récolter le *Rytiphlæa tinctoria* à Bastia, où il est fréquent[1], remarqua que « si l'on en place quelques touffes dans un vase plein d'eau douce, celle-ci prend tout de suite une magnifique teinte pourpre carminée », et crut pouvoir en induire que la *pourpre de Tyr* des anciens devait être préparée avec

[1] O. Debeaux. — *Algues marines des environs de Bastia* (*Corse*), Recueil des Mémoires de médecine, chirurgie et pharmacie militaires, 1873.

cette Algue et non retirée des Gastropodes auxquels on en attribuait la sécrétion. Mais l'année suivante, LEFRANC rectifiait cette assertion [1] et, pour lui, les commentateurs ont raison quand ils disent que la *pourpre d'Amorgos* se tirait du Lichen *Roccella tinctoria* [2] et que la pourpre de Tyr était fournie par les deux Gastropodes *Murex brandaris* et *Murex trunculus*.

D'ailleurs, toutes les Algues floridées colorent l'eau douce en rouge; le *Ryt. tinctoria* la colore seulement avec plus de rapidité et d'intensité; c'est une question de plus ou de moins, variable avec les espèces. DESCOUST ignorait cette propriété et la croyait particulière au *Ryt. tinctoria*: en 1877, il attribua la teinte violette anomale, que les huîtres du bassin d'Arcachon possédaient cette année-là, au développement considérable d'une Floridée qu'il supposa être le *Ryt. tinctoria* [3]. La présence de cette Algue dans le bassin d'Arcachon est extrêmement douteuse et l'Algue incriminée par DESCOUST était peut-être le *Polysiphonia violacea* ou plus probablement le *P. elongata* plante commune sur nos côtes atlantiques [4].

Le *Fucus vesiculosus* fut beaucoup employé autrefois

[1] Edouard LEFRANC. — *Les* Roccella *et le* Rytiphlæa tinctoria *de la Méditerranée par devant la poupre de Tyr*, Bulletin de la Société botanique de France, t. XXI, Paris, 1874.

[2] Le *Roccella tinctoria* D. C. est un Lichen fruticuleux, souvent long de 3 à 10 cm. et atteignant parfois 20 cm. qui croît près de la mer, sur les rochers des côtes méditerranéennes d'Europe et la côte africaine atlantique (d'après O.-V. DARBISHIRE).

[3] DESCOUST. — *Sur les causes de la coloration violacée des huîtres du bassin d'Arcachon*, Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. LXXXV, Paris, 1877.

[4] C. SAUVAGEAU. — *A propos du* Colpomonia... etc., 1906.

par les médecins, en particulier pour guérir la goutte, appliqué en cataplasme, et aussi contre la scrofule, soit à l'extérieur, soit à l'intérieur... etc.; d'ailleurs, bien que son usage soit tombé en désuétude, il figure encore dans les bocaux des officines. Après avoir fait l'analyse des cendres de plusieurs grandes Algues brunes, Eug. MARCHAND disait en 1865[1] que « si l'iode, comme on paraît le croire, communique aux Fucacées leur valeur thérapeutique, c'est à tort que les médecins donnent la préférence au *Fucus vesiculosus* sur ses congénères. Ce varech est, en effet, l'un des plus pauvres en iode que j'aie rencontré, et l'on trouverait peut-être un avantage sérieux à le remplacer par le *Fucus digitatus* (*Laminaria*) qui en offre une proportion sept à huit fois plus considérable ». C'est aussi ce qu'avait remarqué GAULTHIER DE CLAUBRY en 1815. La thérapeutique n'emploie plus guère les Algues marines pour l'iode qu'elles renferment, mais un revirement pourrait se produire ; nombreuses sont les Phanérogames dont l'usage médical s'était perdu, parce qu'on croyait savoir en extraire tout le principe actif, et qui sont de nouveau recommandées.

Le Carragaheen était autrefois si recherché pour l'alimentation des malades, disent JOHNSTONE et CROALL, qu'il fut un temps où on le vendait 2 à 3 shillings la livre. D'après COTTON, on le prescrit encore, dans quelques localités irlandaises, pour le traitement des maladies pulmonaires. Son mucilage est la partie agissante dans le cataplasme de LELIÈVRE, qui consiste en un gâteau d'ouate imbibé d'une décoction de carragaheen, puis desséché ; il

[1] Eugène MARCHAND. — *Composition des cendres de Fucus*. Journal de pharmacie et de chimie, 4e série, t. II, Paris, 1865.

entre aussi dans la composition de certaines émulsions pharmaceutiques, en particulier dans l'émulsion de l'huile de foie de morue, qui (GUÉGUEN, *loc. cit.*) est obtenue avec : décoction de carragaheen à 3 %, 325 centimètres cubes, huile 500 centimètres cubes, sirop de tolu 500 centimètres cubes, eau en quantité suffisante pour compléter un litre [1]. La médecine vétérinaire l'emploie aussi. D'après COTTON, on l'utilise en Irlande pour l'engraissement des veaux.

HOUSTON, professeur au Royal College of Science de Dublin [2] rapporte, d'après ses élèves, qu'on l'emploie avec des résultats surprenants pour nourrir les veaux débiles, un changement d'état survenant en quatre jours ; dans la ferme des parents d'un de ses élèves, un troupeau de douze veaux fut atteint d'une sorte de maladie de dépérissement et neuf moururent ; les trois autres, qui étaient en mauvais état, reçurent du carragaheen et guérirent. Pour préparer le remède, on met une livre de l'Algue dans un sac de mousseline, que l'on fait bouillir dans un gallon d'eau (4 litres et demi) ; par le refroidissement, l'eau se prend en gelée et l'on donne aux veaux un verre de cette gelée, dans le lait, à chaque repas [3].

[1] L'auteur a évidemment commis une erreur de chiffres.

[2] Cité par H.-E. ANNETT, F.-V. DARBISHIRE, E.-J. RUSSELL. — *Edible Sea-weeds*, Journal of South eastern agricultural College, Wye, n° 16, 1907.

[3] Dans certaines parties de l'ouest de l'Ecosse et aux Hébrides, le *Glœocapsa magma* se trouve en grande quantité sur la terre et parmi les pierres humides, sous forme d'innombrables petites masses gélatineuses lobulées d'un brun pourpre ; les habitants leur donnent le nom de *Mountain Dulse* et, d'après LIGHTFOOT, ils s'en servaient jadis après les avoir réduits en bouillie pour purger les veaux (G.-S. WEST, *Algæ*, t. I, Cambridge Botanical Handbook, Cambridge, 1916, p. 30). Bien que le *Gl. magma* ne soit pas marin, j'ai cru bon de citer ce fait.

Jusqu'à la fin du XVIII^e siècle, on employait deux vermifuges végétaux d'origine marine, deux Algues calcaires que l'on croyait alors appartenir au règne animal, la *Coralline blanche* ou *Corallina officinalis* L. et la *Coralline rouge* ou *Corallina rubens* L.[1] appelée plus tard *Jania rubens* par LAMOUROUX. Puis l'usage s'en perdit rapidement, quand on connut les propriétés d'une autre petite Algue, beaucoup plus active, dont on attribue la découverte, en 1775, à STEPHANOPOLI, médecin d'origine grecque établi en Corse ; elle formait des gazons courts et denses, rougeâtres, sur les rochers de l'île qui assèchent quand la mer est basse et très calme ; elle fut bientôt un objet de commerce sous le nom de *mousse de Corse*, qui lui a été conservé. STEPHANOPOLI connaissait ses propriétés anthelminthiques, par l'emploi qu'on en faisait dans son pays d'origine ; LESSON dit même que déjà les grecs de l'antiquité l'utilisaient. Cependant, d'après LEFRANC[2], les anciens traités de botanique médicale n'en font aucune mention, et il serait possible que la plante eût été d'un usage vulgaire, avec d'autres petites Algues filiformes, dès le XVI^e siècle, sur les côtes de Toscane et probablement aussi de France.

Quoi qu'il en soit, à partir de cette époque, la Mousse de Corse devint à la mode, son usage se répandit rapidement, elle guérissait sûrement et les savants s'en occupèrent ; de plus en plus demandée, sa récolte fut de moins en moins soignée. DE LA TOURRETTE, auteur de la com-

[1] Ceci d'après DE LA TOURRETTE (*loc. cit.*, p. 169), car pour DE CANDOLLE, la Coralline rouge était la Mousse de Corse.

[2] Edmond LEFRANC. — *De l'*Helminthochorton *et de la mousse de Corse chez les anciens*, Bulletin de la Société botanique de France, t. XXI, Paris, 1874.

binaison binominale *Fucus Helminthochorton* qui servit longtemps à désigner la plante, a écrit son Mémoire de 1782 en partie dans le but « de diriger ceux qui le recueillent et de prévenir les supercheries des marchands qui le débitent »[1]. Son travail, qui est remarquable, donne une description, une planche et une diagnose très reconnaissables de la plante ; l'auteur a bien vu le rhizome d'où s'élèvent les filaments dressés.

Ces supercheries, dont parle DE LA TOURRETTE, nous font comprendre l'erreur de BOUVIER (*loc. cit.*) qui, croyant analyser la vraie mousse de Corse, eut affaire à un *Gelidium*, et aussi l'erreur de MÉRAT (*loc. cit.*) qui, s'appuyant sur le travail de BOUVIER, disait que l'abondant mucus fourni par la plante est une si bonne nourriture que les *Ascaris* « périssent par une sorte d'indigestion, et sont chassés par suite du mouvement péristaltique des intestins, qui entraîne vers le rectum les matières qu'ils renferment ».

D'ailleurs, elles s'accentuèrent ultérieurement. Ainsi, DE CANDOLLE écrivait en 1804[2] : » En examinant la mousse de Corse, M. DECANDOLLE s'est convaincu que cette substance n'était pas homogène comme on l'a cru jusqu'ici, mais au contraire qu'elle était très composée. A peine le *fucus helminthochorton* forme-t-il un tiers de la

[1] DE LA TOURRETTE. — *Dissertation botanique sur le* Fucus Helminthochorton, *ou vermifuge de Corse, improprement appelé Mousse, Coralline, etc., contenant des recherches sur quelques plantes Cryptogames*, Observations sur la Physique, sur l'Histoire Naturelle et sur les Arts, t. XX, Paris, 1782.

[2] DECANDOLLE. — *Extrait d'une Note sur la Mousse de Corse*, Bulletin de l'Ecole de médecine de Paris et de la Société établie dans son sein, 1re année, an XIII (1804), p. 125.

meilleure mousse de Corse du commerce. On ne sera point étonné de ce mélange quand on saura que les pêcheurs corses, qui récoltent ce médicament, se contentent de râcler les rochers où il leur paraît abondant, font sécher au soleil ce qu'ils ont détaché, et le vendent sans autre préparation aux marchands. Ils sont maintenant obligés d'aller chercher la mousse de Corse sur les côtes de Sardaigne, parce qu'elle est devenue rare dans la première de ces deux îles. Les plantes que M. DECANDOLLE a trouvées mêlées avec le *fucus helminthochorton* sont en grande quantité, comme nous l'avons déjà dit, les deux tiers dans celle qui est choisie, et les sept huitièmes pour celle qui est réputée la moins bonne... Reste à savoir si le seul *fucus helminthochorton* est vermifuge, ou si toutes ces substances participent de cette vertu ».

Les botanistes ont naturellement extrait cette petite Floridée de l'ancien genre *Fucus* : LAMOUROUX en fit un *Gigartina*, C. AGARDH un *Sphærococcus*, J. AGARDH un *Gracilaria*, ENDLICHER un *Plocaria* ; ils s'accordent actuellement à l'appeler *Alsidium Helminthochorton* avec KÜTZING.

Un produit aussi impur éloigna peu à peu les praticiens de son emploi ; les bocaux des officines en renferment encore, mais il n'en sort guère, bien que le nouveau Codex ait conservé la formule d'un sirop. D'ailleurs, sa qualité commerciale ne s'est pas améliorée. Les pharmaciens de Bastia ont déclaré à DEBEAUX (*loc. cit.*), qu'ils achetaient leur mousse de Corse aux droguistes de Marseille, et les échantillons qu'il a examinés ne lui présentèrent aucune trace d'*Alsidium* ; au contraire, la mousse de Corse prise dans les pharmacies d'Ajaccio en renfermait les neuf dixièmes. J'ai moi-même passé sous le microscope à dis-

section 250 grammes de mousse de Corse grabelée, achetés dans l'une des maisons de droguerie les plus réputées pour la qualité de ses produits, et j'en ai vu seulement quelques brins, dont le poids ne devait guère dépasser quelques centigrammes, toute la petite flore marine des rochers, avec de nombreux débris de coquilles et de Corallines, formait le reste.

D'ailleurs, la présence de l'*Alsidium Helminthochorton* ne parait pas indispensable pour que la mousse de Corse agisse comme vermifuge. Quand DEBEAUX résidait à Bastia, en qualité de pharmacien militaire, il fit en août une récolte abondante de mousse de Corse pour les besoins de l'hopital militaire (c'est-à-dire qu'il râcla les rochers couverts de petites Algues) la desséсha, puis en soumit un échantillon moyen à l'algologue normand LEBEL, lequel y trouva 17 espèces d'algues, mais pas trace d'*Alsidium*. « J'ajoute dit DEBEAUX, que ce composé, dans lequel il n'existe pas un brin d'*Helminthochorton*, a toujours été employé avec succès à l'hopital militaire, et il en est de même de toutes les variétés de ce vermifuge provenant de Marseille qui sont délivrées au public par les pharmaciens de Bastia ». Toutes les petites Algues récoltées dans de bonnes conditions, concluait il, possèdent donc les mêmes propriétés vermifuges. L'efficacité du remède ne pouvant être attribuée en pareil cas à son action sur l'imagination du malade, il faut bien admettre que tout au moins d'autres petites Algues ont un effet anthelminthique.

D'ailleurs, DEBEAUX n'en était pas à son premier essai. Lors de l'expédition française en Chine, de 1860-1862, il récolta, à l'entrée du golfe de Petchili, plusieurs petites Algues, dont il a « formé un mélange vermifuge qui a toujours réussi à l'hopital militaire du camp de Tché-fou »,

mélange dans lequel ARESCHOUG reconnut 9 espèces : 1 *Enteromorpha*, 1 *Chordaria* et 7 Floridées, mais pas d'*Alsidium*. On ne sera donc pas surpris que les Chinois attribuent des propriétés vermifuges aux Algues marines en général.

Cependant, tel n'est pas l'avis de GARÇAIN d'Ajaccio[1]. « Depuis que nous sommes en pharmacie, dit-il, nous avons eu souvent l'occasion de délivrer cette espèce pure à des clients qui en ont eu toute satisfaction, alors qu'ils n'avaient obtenu aucun résultat satisfaisant en employant de la mousse de Corse ordinaire des épiceries ». Le même auteur a fait en outre des expériences ; toutefois, elles concernent des animaux bien différents des vers intestinaux, car n'ayant pu se procurer des *Ascaris* vivants, il s'est adressé à des *Arenicola piscatorum*, vers tubicoles qui vivent au bord de la mer, enfouis dans le sable, et que les pêcheurs emploient comme appât. Plongés dans une infusion d'*Alsidium* (1 gramme dans 30 centimètres cubes), les Arénicoles sont purgés violemment et meurent en une demi-heure ; la rapidité de l'effet dépend de la quantité d'*Alsidium* infusée ; si l'*Alsidium* est remplacé par d'autres Algues, vivant sur les mêmes rochers, les animaux meurent par asphyxie longtemps après leur immersion.

Il resterait à concilier les assertions de DEBEAUX et celles de GARÇAIN.

Il est à peine besoin de dire que l'observation des Algues sur le vivant est indispensable pour étudier le con-

[1] J.-B. GARÇAIN. — *Recherches sur l'*Alsidium Helminthochorton *du golfe d'Ajaccio*, Thèse de Montpellier, 1906.

tenu cellulaire, pour suivre certains phénomènes, ceux de la fécondation par exemple; toutefois, la difficulté de les conserver en bon état dans les aquariums, le peu de durée des périodes favorables aux récoltes (marées, saisons... etc.), rendent nécessaire l'étude des individus morts. Les Algues délicates, ou les portions d'Algues sur lesquelles on se propose de suivre des détails histologiques, ou des particularités de structure, sont placées dans des liquides conservateurs appropriés, mais le plus souvent on se contente, pour le travail courant, de conserver les Algues à l'état sec.

Celles de grande taille, comme les *Fucus*, *Cystoseira*, *Sargassum*, *Laminaria*... etc., sont avantageusement séchées sur une corde tendue à l'ombre; on les dipose de manière que les échantillons ne se touchent pas et, de temps en temps, on écarte les brins pour empêcher leur adhérence mutuelle et faciliter la circulation de l'air ; plus tard, chez soi, on les étend plus à l'aise sur papier, pour les mettre en collection.

Les autres sont directement fixées sur des feuilles de papier, autrement dit conservées pour l'herbier. Convenablement étalées, elles gardent leur aspect, et la comparaison des échantillons d'herbier a permis aux algologues de reconnaître les affinités et les différences morphologiques, d'établir les classifications, de délimiter les espèces, genres, familles... etc. A cause des variations que subit la forme des Algues avec les climats, l'exposition aux vagues, les saisons... etc., les descriptions données par les livres, même si elles sont agrémentées de figures, sont insuffisantes pour permettre des déterminations précises, et il est utile d'avoir à sa disposition un herbier pour identifier les échantillons. Quand les plantes d'herbier

ont été récoltées en place, qu'elles ont été rapidement et bien préparées, des fragments que l'on détache pour l'étude, même de longues années après, se gonflent dans l'eau, reprennent leur forme et donnent souvent des renseignements morphologiques aussi précieux que des échantillons frais. Les algologues font même avec leurs confrères des échanges d'Algues ainsi préparées, qui leur permettent l'identification des formes récoltées en différents pays, ou même en différentes stations d'une même localité. C'est ainsi que s'étudient les limites des variations d'une espèce et l'on conçoit que, dans la plupart des cas, la comparaison sur des individus frais serait matériellement impossible.

Cette préparation est facile. A moins qu'il s'agisse d'espèces rares, ou que les marées ne découvrent pas, les Algues doivent être récoltées en place, autant que possible pures ; à moins que les épiphytes présentent un intérêt particulier, on détache ceux-ci des espèces que l'on veut conserver. Les Algues, en effet, ne croissent pas seulement sur les rochers, elles poussent les unes sur les autres, et certaines espèces sont toujours épiphytes ; elles croissent sur des espèces de même couleur ou d'une autre couleur, et de grandes Algues, comme les *Cystoseira*, portent simultanément de nombreuses espèces épiphytes, chaque individu âgé est une sorte de jardin botanique, Les touffes de plantes filamenteuses sont généralement trop volumineuses pour être conservées entières; elles sécheraient mal et les parties constitutives ne seraient pas distinctes ; on en choisit donc seulement les portions les plus propres ou que caractérise la présence d'organes reproducteurs. La préparation proprement dite se fait dans l'eau ; l'algue étant déposée dans une cuvette d'eau de mer, de préférence

à fond plat, on glisse dessous une feuille de papier, on étale l'algue d'abord avec les doigts, puis on retire peu à peu la feuille de papier en maintenant les filaments et en leur faisant prendre la position désirée, avec une pointe émoussée ; les aiguilles de bois, d'os, ou de celluloïd, dont les femmes se servent pour tricoter, au besoin appointies sur une pierre à aiguiser, conviennent parfaitement pour cela. Le papier retiré entièrement de la cuvette et tenu par un ou deux coins, laisse écouler l'excès d'eau ; on le dépose ensuite sur un coussin de papier buvard ; on le couvre d'un morceau de calicot, puis d'un coussin de papier buvard, et l'on continue ainsi ; le papier buvard peut être remplacé par du papier de paille comme celui dont se servent les bouchers, ou, à la rigueur, par de vieux journaux. Quand le tout forme une pile suffisante, on couvre avec une planche ou avec un chassis à jour et l'on comprime avec des courroies ou des pierres. Quelques heures après, on remplace les coussins de buvard par d'autres coussins secs et l'on recommence le lendemain et le surlendemain jusqu'à ce que les Algues soient bien sèches. On enlève alors le calicot. Beaucoup d'Algues minces ou filamenteuses adhèrent ainsi parfaitement au papier ; l'emploi du calicot a pour but d'empêcher l'adhérence au papier buvard. Les collections d'Algues sèches sont indispensables pour les comparaisons ; certains algologues ont préparé leurs récoltes avec un soin et une habileté remarquables, et l'herbier Thuret, légué par Ed. Bornet au service de cryptogamie du Muséum de Paris, dont les espèces françaises ont été préparées par Thuret et par Bornet, est un modèle d'élégance et de précision. Les collections de Lenormand, conservées à l'Institut botanique de Caen, sont aussi justement renommées. Pour

que les échantillons conservés soient utiles, ils doivent toujours porter une étiquette mentionnant la date, le lieu, les circonstances de la récolte, autrement dit, constituer un document. On s'en servira pour l'étude au microscope, en mouillant d'abord avec un pinceau le fragment à détacher, choisi, autant que possible, dans une partie de la plante qui peut-être enlevée sans altérer sa forme générale ; certains échantillons de collections ont ainsi servi à divers travailleurs et ne paraissent pas endommagés.

Le botaniste cherche à posséder ainsi des échantillons complets sur lesquels il pourra ultérieurement étudier la base fixatrice, les parties végétatives, les diverses sortes d'organes reproducteurs... etc. Mais certaines Algues étalées sur le papier, produisant un effet fort joli par la délicatesse de leur teinte, de leur forme, de leurs contours, les amateurs en préparent aussi comme souvenir de villégiature, ou pour orner du papier à lettres, des cartes postales, faire de petits tableaux artistiques ; naturellement, leurs préoccupations sont autres, ils n'ont pas le même souci d'exactitude documentaire ; des fragments leur suffisent, pourvu qu'ils soient agréables à l'œil ; les *Enteromorpha* et *Cladophora* parmi les Algues vertes, les *Ectocarpus* parmi les Algues brunes, les *Plocamium*, *Bonnemaisonia*, *Delesseria*, *Ceramium*, *Polysiphonia* parmi les Algues rouges, sont particulièrement recherchés à cause de l'élégance de leurs formes. Le mode de préparation et de dessiccation est le même ; toutefois, on emploie l eau douce au lieu d'eau de mer, car les Algues sèchent plus vite et mieux ; en outre, un court séjour dans l'eau douce, en gonflant la paroi de certaines espèces, facilite la fixation sur le papier ; le pigment brun ou rouge, étant plus ou moins rapidement soluble dans l'eau douce, la colo-

ration est modifiée et on obtient des effets variés. Dans certaines stations de bains de mer, des personnes adroites préparent des collections locales pour la vente, ou des cartes postales illustrées, où les Algues, judicieusement choisies et bien étalées, semblent des miniatures peintes à la main. M[lle] DOUBLET, de Cherbourg, en prépare ainsi de fort jolies qui sont d'autant plus estimables que ses connaissances botaniques lui permettent de nommer chaque espèce avec sa véritable désignation scientifique. C'est même à l'aide de cartes postales préparées par elle que M. CORBIÈRE a pu démontrer que le *Colpomenia sinuosa*, Algue des mers chaudes, s'est établi à Cherbourg depuis plus longtemps qu'on le croyait.

Les rapports de SMITH et de DAVIDSON décrivent la manière dont les *Porphyra* sont cultivés au Japon [1] ; depuis, des auteurs, qui se sont inpirés de ces rapports, s'extasient sur l'ingéniosité déployée par les Japonais en cette circonstance. Il n'y a cependant là rien d'extraordinaire ; on a pensé en Europe, voici longtemps, à cultiver des Algues quand le besoin s'en faisait sentir et nul doute que si les *Porphyra* étaient aussi estimés chez nous qu'au Japon, nous favoriserions pareillement leur développement.

Ni les *Fucus* ni les *Porphyra*, par exemple, ne poussent dans une anse sableuse ou vaseuse, car ils n'y trouvent pas de point d'appui, mais qu'une pierre s'y trouve égarée, des Algues s'y implanteront sûrement, à la condition

[1] Ils ne l'ont pas fait connaître, ils en ont seulement répandu la connaissance ; ainsi, un travail de KJELLMAN sur les *Porphyra* japonais, paru à Stockholm en 1897, donne les mêmes dessins que le rapport de SMITH, mais le Mémoire de KJELLMAN, écrit en suédois, n'est consulté que par les spécialistes.

que les remous la laissent assez longtemps à nu. J'ai signalé un fait de ce genre dans le bassin d'Arcachon[1] où des morceaux de tuile, des pieux à demi envasés, se couvrent promptement de *Fucus* même s'ils sont isolés sur une vaste étendue, et les pignots qui entourent les parcs huîtriers sont garnis de *Fucus* et de *Porphyra*. Cela est d'une observation tellement facile que le jour où les Arcachonnais estimeraient plus avantageux de cultiver ces Algues que les Huîtres, ils jetteraient des tuiles ou des pierres sur le sable, y planteraient des pieux ou multipliraient les pignots, mais la question ne s'est pas posée.

Elle s'est posée au contraire, voici près de deux siècles, sur le rivage britannique, à l'époque où la soude de varech faisait la richesse des îles Orcades et des îles Hébrides. J'ai déjà rapporté plus haut, d'après Greville, que « la valeur des domaines s'étendant sur une côte bien pourvue d'Algues augmenta tellement que là où les Algues ne croissaient pas naturellement, on tenta, et avec succès, de les cultiver en couvrant le sable des baies avec de grandes pierres qui fournirent une récolte de *Fucus* trois ans plus tard, la mer y ayant apporté les germes nécessaires ». Johnstone et Croall (*loc. cit.*, t. IV, p. 239) disent aussi qu'à la fin du XVIII^e siècle, alors que le prix du varech montait à 20 livres sterling la tonne, la demande était si grande que les propriétaires des îles du nord de l'Ecosse, désireux d'accroître la production, firent des plantations simplement en couvrant les rivages sablonneux avec des pierres sur lesquelles les Algues se développaient.

[1] C. Sauvageau. — *A propos du* Colpomenia sinuosa *signalé dans les huitrières de la rivière de Vannes*. Bull. de la Station biologique d'Arcachon, 9^e année, 1906, et *Sur deux* Fucus..., etc. *Ibid.*, 1908.

COTTON (*Clare Island*, p. 53 et 153) nous apprend que de semblables cultures existent encore sur les fonds sableux de la baie de Clew (Irlande) dans le but d'obtenir du goémon pour l'engrais des terres. Les riverains jettent sur le sable des pierres d'un pied carré environ, disposées en rangées régulières espacées d'un mètre ; elles se couvrent bientôt de germinations. Ce sont généralement des *F. vesiculosus*, parfois des *A. nodosum* ; le *F. serratus* croît aussi sur les pierres jetées au niveau inférieur et y atteint 1 mètre de longueur. La récolte se fait en février, après deux ans de croissance, puis l'on retourne les pierres pour que des germinations se développent sur l'autre face [1].

C'est par un procédé semblable que les Japonais multiplient le *Gloiopeltis* (qui fournit le funori) : jeter des pierres ou des blocs de rochers au niveau et à l'exposition convenables. La culture du *Porphyra*, plante annuelle qui fournit l'Asakusanori, se fait en plantant dans la vase, en ligne serrée, des faisceaux de bambou ou de broussailles ou *sudate* ; la récolte se fait en coupant les brindilles, puis on prépare de nouveaux faisceaux de branches pour l'année suivante. Ce mode de culture est fort ancien. Le système de la transplantation, récemment essayé avec succès, fournit de meilleurs résultats ; OKAMURA en a exposé le détail dans un Mémoire publié en 1905, dont PERROT et GATIN donnent une longue analyse. Les *sudates*, établis dans les stations où la densité de l'eau de mer est élevée, s'y couvrent de plantules ; on les arrache alors pour les planter en d'autres stations où un afflux d'eau

[1] L'auteur ne dit pas pour quelle raison les pierres sont retournées après la récolte ; les laisser en place semblerait, *a priori*, plus logique, car des germinations s'y trouvent déjà.

douce diminue la salure ; le *Porphyra* s'y développe plus rapidement, y grandit davantage, sa consistance est moins ferme et sa qualité plus appréciée des consommateurs. Des centaines d'hectares de sol couverts par la mer servent à cette culture. D'après les analyses citées au chapitre précédent, le *Porphyra* ainsi cultivé est plus riche en matières azotées que celui des rochers.

Le système de la culture des Algues marines pourrait être aussi appliqué aux espèces qui vivent plus profondément que les *Fucus* et les *Porphyra*, mais les dépenses seraient hors de proportion avec les bénéfices à en retirer. Certains se sont demandés pourquoi on ne cultiverait pas les *Gelidium* et les *Laminaria*. Il faut cependant savoir que les *Gelidium* de notre pays, assez grands pour mériter d'être récoltés, croissent vers le niveau inférieur de la marée ou au-dessous, sur les rochers exposés au choc des vagues. *A priori*, on peut cultiver en mer toutes les Algues marines ou du moins favoriser le développement de toutes les espèces qui croissent dans une région. Pour cela, on aurait le choix entre deux moyens. Ou bien déposer des blocs de rochers, ou construire des murs, dans les points où la profondeur, l'exposition au choc des vagues, la pureté de l'eau, l'amplitude des marées, la rapidité des courants... etc., sont convenables ; des germes apportés par la mer ne tarderaient pas à s'y fixer. Ou bien faire l'inverse, creuser dans la zone intercotidale des excavations où l'eau séjournerait à mer basse sans trop s'y échauffer. Evidemment cela n'est pas réalisable pour les espèces qui habitent à une certaine profondeur ; les dépenses seraient énormes pour un bénéfice minime ; la digue de Cherbourg a considérablement augmenté le nombre des individus de Laminaires et de Floridées que l'on pouvait ré-

colter dans la région, mais elle n'a pas été construite pour cela.

Cependant, des essais pourraient être tentés dans une autre voie. On sait avec quelle profusion certaines mauvaises herbes d'origine américaine, comme l'*Azolla filiculoides*, l'*Elodea canadensis*, l'*Erigeron canadense*, pour ne citer que les plus vulgaires, se sont répandues chez nous, prenant la place des espèces indigènes. Les cas d'invasion d'Algues, ou même d'acclimatation constatée, sont plus rares [1]. On a récemment assisté, sur les côtes de France et d'Angleterre, à l'invasion fortuite d'une Algue brune, le *Colpomenia sinuosa*, connue jusqu'alors seulement dans des régions plus chaudes, et rien ne laissait prévoir qu'elle résisterait aussi facilement aux hivers des côtes de la Manche. Il est néanmoins préférable, pour des essais d'acclimatation, de s'adresser à des espèces qui croissent dans des conditions comparables à celles qui leur seront offertes ; ceci demande une étude préalable. Avec les actuels moyens rapides de communication, il ne serait pas impossible de tenter l'acclimatation de quelques unes des espèces gélatinisantes orientales qui vivent au niveau de mi-marée.

[1] C. Sauvageau, *Sur la dissémination*, etc..., Monaco, 1918.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

ABDERHALDEN. *Biochemisches Handlexikon*, t. II, Berlin, 1911.

ADRIAN. *Sur l'emploi de certaines Algues marines pour l'alimentation des chevaux*. Comptes rendus de l'Acad. des Sciences, t CLXVI, Paris, 1918.

J.-G. AGARDH. *Species, genera et ordines algarum*. Lund, 1848-1901, 3 volumes.

H.-E ANNETT, F.-V. DARBISHIRE, E.-J. RUSSELL *Edible Sea-weeds*. Journal of South eastern agricultural College, Wye, n° 16, 1907.

ARDISSONE. *Phycologia mediterranea*. Varese, 1886, 2 volumes.

W.-R.-G. ATKINS. *Oxidases and their inhibitors in plant tissues*. Part III ; *The localization of oxidases and catalase in some marine Algæ*, Notes from the botanical school of Trinity College, t. II, Dublin, 1915.

Lucien AYRAULT. *Etude sur la législation réglementant la coupe et la récolte des herbes marines*. Revue maritime et coloniale, t. LXIII, Paris, 1879.

D.-M. BALCH. *Extracting potassium Chloride from Seaweed* (Brevet U. S. 825, 953 ; 17 Juillet 1906. — *On the Chemistry of certain Algæ of the Pacific coast*. Journal of Industrial and Engineering Chemistry, t. I. Easton, 1909.

G. BERTRAND et P. THOMAS. *Guide pour les manipulations de chimie biologique*. Paris, 1910.

H BIERRY et J. GIAJA. *Digestion des mannanes et des galactanes*. Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CXLVIII. Paris, 1909.

Ch. BLONDEAU. *De la goëmine, substance neutre extraite du goëmon* (Fucus crispus). Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. LX, Paris, 1865.

BOUVIER. *Analyse de la Coralline de Corse*, Fucus helminthocorton, Annales de chimie, t. IX, Paris, 1791.

Board of agriculture and Fisheries. 1. *The Kelp industry. Hints for Kelp burners with regard to sea weed.* Congested districts Board for Ireland, 1898.

— 2. *Leaflet* n° 254, édité en 1911 et révisé en 1918 ; *The Use of Seaweed as Manure.*

— 3. *Nuisances due to excessive growths of Green Sea-weeds in Sewage Polluted Estuaries, with special reference to Belfast Lough.* Royal Commission on Sewage Disposal ; Seventh Report, vol. II. Londres, 1911. Appendices par Letts et Richards, A.-D. Cotton, etc.

F. Brin. 1. *Du goût de terroir dans les vins de l'île de Ré.* Revue de Viticulture, t. VIII, Paris, 1897.

— 2. *La fumure de la vigne aux engrais marins.* Revue de Viticulture, t. XII, Paris, 1899.

Louis Brunet. *L'industrie des sels de potassium en temps de guerre.* Revue générale des Sciences, 29e année, Paris, 30 mars 1918.

John S. Burd. *The economic value of pacific coast Kelps.* University of California publications. College of Agriculture. Bulletin n° 248. Berkeley, 1915.

Cadet. 1. *Analyse de la Soude de Varech.* Hist. de l'Acad. royale des Sciences, p. 53 et Mémoires de 1767, p. 487, Paris, 1770.

— 2. *Expérience sur une soude tirée d'un Kali qui avait été cultivé par M. du Hamel à sa terre de Denainvilliers. Ibidem,* p. 22 et Mémoires de 1774, p. 42, Paris, 1778.

A.-T. Cameron. *Contributions to the biochemistry of iodine.* Journal of biological chemistry, t. XVIII, 1914 et t. XXIII, 1915.

F.-K. Cameron. 1. *Fertilizer Resources of the United States.* Senate Document, n° 190. Washington, 1912 (Rapports de Setchell, Rigg, Mc Farland, Crandall, Johnston, Turrentine, Alsberg ; résumé par Cameron et Moore).

F.-K. Cameron. 2. *Kelp and other Sources of Potash.* Journal of the Franklin Institute, t. CLXXVI, Philadelphie, 1913.

— 3. *Potash from Kelp.* United States Department of Agriculture, Office of the secretary, Report n° 100, Washington, 1915 (Rapports de Cameron, Crandall, Rigg, Frye).

Paul Charpentier. *Le papier.* Encyclopédie chimique de Frémy, t. X, Paris, 1890.

J.-L. Chelle. *Etude d'ensemble sur le dosage et la diffusion des bromures dans les eaux minérales françaises, les eaux marines et les sels alimentaires.* Gazette des eaux, Paris, 1914.

Clouet, Heilmann, Reber. Diverses Notes *in Bulletin de la Société industrielle de Rouen*, 3e année, 1875 et 4e année, 1876.

Collins, Holden, et Setchell. *Phycotheca Boreali-Americana*, fascicules 1 à 45, Malden, Massachusetts, 1895-1917.

F.-S Collins. *The Algæ of Bermuda.* Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences, t. LIII, Cambridge, 1917.

Eugène Cornec. *Etude spectrographique des cendres de plantes marines.* Compt. rendus de l'Acad. des Sciences, t. CLXVIII, Paris, 1919.

A.-D. Cotton. 1. *Marine Algæ, Clare Island Survey*, part 15. Proceedings of the royal Irish Academy, t. XXXI, Dublin, 1912.

— 2. *Cryptogams from the Falkland Islands collected by Mrs. Valentin.* Linnean Society's Journal, Botany, t. XLIII, Londres, 1915.

A. Croall. *Marine Algæ.* In Manual of the Natural History, Geology, and Physics of Greenland, Londres, 1876.

E.-C Crossman. *Sea-Weed for War.* Scientific american, 74e année, New-York, 1918.

P.-L. et H.-M. Crouan. 1. *Algues marines du Finistère*, Exsiccata, Brest, 1852

— 2. *Florule du Finistère*, Brest, 1867.

Otto V. Darbishire. *Chondrus* Liverpool marine biology Committee Memoirs, t. IX, Londres, 1902.

Ch. Darwin. *Voyage d'un naturaliste autour du monde*, trad. Ed. Barbier, 2e édition, Paris, 1883.

C.-J. Davidson. *The Seaweed Industry of Japan.* Bulletin of Imperial Institute, t. IV, Londres, 1906.

O. Debeaux. 1. *Algues marines des environs de Bastia (Corse)*. Recueil des Mémoires de Médecine, Chirurgie et Pharmacie militaires, 1873.
— 2. *Algues marines récoltées en Chine pendant l'expédition française de 1860-1862*. Actes de la Société linnéenne de Bordeaux, t. XXX, Bordeaux, 1875.
F. Debray. *Florule des Algues marines du nord de la France*. Bulletin scientifique de la France et de la Belgique, t. XXXII, Paris, 1899.
Decandolle. *Extrait d'une Note sur la Mousse de Corse*. Bulletin de l'Ecole de médecine de Paris et de la Société établie dans son sein, 1re année, an XIII (1804).
Yves Delage. *La question du Goémon de fond*. Bulletin de l'Institut océanographique, n° 267, Monaco, 1913.
G. Denigès. *Diagnose différentielle, à l'aide des naphtols, des divers sucres hexosiques et pentosiques*. Bulletin des travaux de la société de pharmacie de Bordeaux. Bordeaux, 1908.
Desmoires. *De la teneur en iode des Algues de Bretagne ; différents modes d'extraction de l'iode ; état actuel de la question*. Montpellier, 1917.
J.-B. De Toni. 1. *Alghe marine del Giappone ed isole ad esso appartenenti*. Memorie del R. Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti, t. XXV, Venise, 1895.
— 2. *Sylloge algarum*. Padoue, 1889-1905, 4 volumes.
Diderot et d'Alembert. *Encyclopédie ou Dictionnaire raisonné des sciences, des arts et des métiers par une société de gens de lettres*, nouvelle édition, art. *Soude*, t. XXXI ; art. *Varech*, t. XXXIV. Genève, 1778. — Encyclopédie méthodique, Recueil de planches, *Planches des Pêches*, Paris, 1793.
J. Dorsenne. *Le Chili*. L'Economiste français, Paris, 15 juin 1918.
J. Dumont d'Urville. *Flore des Malouines*. Mémoires de la Société linnéenne de Paris, t. IV, 2e Partie, 1826.
Duvergier. *Collection complète des lois, décrets, ordonnances, règlements et avis du Conseil d'Etat*, Paris.
Engler. *Syllabus der Pflanzenfamilien*, 7e édition, Berlin, 1912.
Engler et Prantl. *Die natürlichen Pflanzenfamilien* ; I Teil, 2 Abteilung, *Algues*, par Wille, Kjellman, Schmitz, Falkenberg et Hauptfleisch.
Eschle. *Ueber den Iodgehalt einiger Algenarten*. Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie, t. XXIII, Strasbourg, 1897.

W.-G. Farlow. 1. *List of the principal useful Sea-Weeds occuring on the United States coast.* Report of U. S. Commission of Fish and Fisheries for 1874-75. Washington, 1876.

W.-G. Farlow. 2. *Marine Algæ of New England and adjacent coast.* Reprinted from report of U. S. Fish Commission for 1879. Washington, 1881.

Foslie. *Ueber die Laminarien Norvegens.* Christiania, 1884.

Fougeroux de Bondaroy et Tillet. *Second Mémoire sur le Varech.* Histoire de l'Académie des Sciences, année 1772, seconde partie, Paris, 1776. Mémoires, p. 55.

Fourcroy. Article *Savon* in *Encyclopédie méthodique*, Chimie et Métallurgie, t. VI, Paris, 1815, qui reproduit en entier le *Rapport au Comité de salut public* fait par Darcet, Lelièvre et Pelletier, chargés par arrêté du 23 messidor, an II, d'étudier la fabrication des savons. — Article *Soude. Ibidem.*

André Frédol. *Le monde de la mer*, 2e édit. Paris, 1866.

Elphège Fremy. *Histoire de la Manufacture royale des glaces de France au* XVIIe *et au* XVIIIe *siècle*, Paris, 1909.

T.-C. Frye, G.-B. Rigg et W.-C. Crandall. *The size of Kelps on the Pacific Coast of North America.* Botanical Gazette, t. LX, Chicago, 1915.

T.-C. Frye. *Gas Pressure in* Nereocystis. Puget Sound marine station Publications, t. I, Seattle, 1916.

J.-B. Garçain. *Recherches sur l'*Alsidium Helminthochorton *du golfe d'Ajaccio.* Thèse de Montpellier, 1906.

Gaulthier de Claubry. *Recherches sur l'existence de l'iode dans l'eau de la mer et dans les plantes qui produisent la soude de varecks, et analyse de plusieurs plantes de la famille des Algues.* Annales de chimie, t. XCIII, Paris, 1815.

A. Gautier. *L'iode dans l'eau de mer.* Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CXXVIII, Paris, 1899.

A. Giard. *Sur une faunule caractéristique des sables à Diatomées d'Ambleteuse (Pas-de-Calais).* Comptes rendus de la Société de Biologie, t LVI, Paris 1904.

J.-Giraud *Etude comparative des gommes et des mucilages.* Thèse de l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris, 1875.

P. Gloess. *L'exploitation industrielle des plantes marines.* Moniteur scientifique de Quesneville, 5e série, t. VI, Paris, 1916. L'auteur

a publié une seconde édition de ce Mémoire : *Les plantes marines. Leurs utilisations*. Bulletin de l'Institut océanographique, n° 350, Monaco, 1919.

S.-G. GMELIN. *Historia Fucorum*, Petrograd, 1768.

S.-O. GRAY. *British Sea-Weeds*, Londres, 1867.

GREENISH. *Untersuchung des* Fucus amylaceus. Sitzungsber. Naturforsch. Gesellschaft Dorpat, t. VI, 1881.

R.-K. GREVILLE. *Algæ britannicæ*, Edimbourg, 1830.

F. GUÉGUEN. *Le Carragaheen : ses emplois pharmaceutiques et industriels et sa récolte en Bretagne*. Bulletin des Sciences pharmacologiques, t. X. Paris, 1904.

P. GUÉRIN. *La récolte des Goémons dans le Finistère*. Revue scientifique, Paris, n° du 6 janvier 1917.

L. GUIGNARD. *Observations sur l'appareil mucifère des Laminaires*. Annales des Sciences naturelles, Botanique, 7e série, t. XV. Paris, 1892.

J.-E. GUNNER. *Flora norvegica*. Copenhague, 1766-1772.

DU HAMEL. *Observations sur les sels qu'on retire des cendres des végétaux*. Histoire de l'Académie royale des Sciences, p. 51 et Mémoires de 1767, p. 233, et *Suite des expériences sur les sels qu'on peut retirer des lessives du Kali. Ibidem*, Mémoires, p. 239. Paris, 1770.

P. HARIOT. 1. *Atlas des Algues marines les plus répandues des côtes de France*. Paris, 1892.

— 2. *Sur la croissance des* Fucus. Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CXLIX. Paris, 1909.

W.-H. HARVEY. 1. *Phycologia britannica*. Londres, 1846-1851, 4 vol.

— 2. *A Manual of the british marine Algæ*, 2e édition. Londres, 1849.

— 3. *Nereis Boreali-Americana*. Smithsonian Institution. Washington, 1852-1858.

Ferdinand HAUCK. *Die Meeresalgen Deutschlands und Oesterreichs*. Rabenhorst's Kryptogamen Flora. Leipzig, 1885.

HEILMANN. Voy. CLOUET.

James HENDRICK. 1. *The Use and Value of Seaweed as Manure*. Transactions of the Highland and agricultural Society of Scotland, série 4, t. X. Edimbourg, 1898.

— 2. *The Value of Seaweeds as raw Materials for chemical Industry*. Journal of the Society of chemical Industry. Vol. XXXV. Londres, 1916.

James Hendrick. 3. *The Composition and Use of certain Seaweeds.* The Journal of the Board of Agriculture, t. XXII. Londres, 1916.

— 4. *The Chemistry of Seaweeds.* Nature. Londres, N° du 20 février 1919.

Hervé-Mangon. *Du goémon dans la culture des polders.* Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. XLIX. Paris, 1859.

Hoagland. *Organic constituents of Pacific Coast Kelps.* Journal of Agricultural Research, t. IV. Washington, 1915.

Marshall A. Howe. *Some economic uses and possibilities of the seaweeds.* Journal of the New-York Botanical Garden, t. XVIII. New-York, 1917.

H. Isaachsen. *10 de beretning (1915-16) fra foringsforsökene ved norges landbrukshöiskole.* Christiania, 1917.

Isambert. *Recueil général des anciennes lois françaises.* Paris.

Johnstone et Croall. *The nature-printed British Sea-Weeds.* Londres, 1860, 4 volumes.

L. Joubin. *Recherches sur la distribution océanographique des végétaux marins dans la région de Roscoff.* Annales de l'Institut océanographique, t. I, Monaco, 1908.

Antoine de Jussieu. *Histoire du Kali d'Alicante.* Histoire de l'Académie royale des Sciences ; Mémoires de 1717, p. 73. Paris, 1719.

Kayser. *Utilisation des Algues marines pour l'obtention d'alcool.* Feuille d'informations du Ministère de l'Agriculture, Paris, 3 décembre 1918.

F.-T. Kützing. 1. *Tabulæ phycologicæ.* Nordhausen, 1845-1871, 19 volumes.

— 2. *Species algarum.* Leipzig, 1849.

Harald Kylin. 1. *Ueber die Farbe der Florideen und Cyanophyceen.* Svensk Botanisk Tidskrift, t. VI. Stockholm, 1912.

— 2. *Ueber die Inhaltskörper der Fucoideen.* Arkiv för Botanik, t. XI. Upsal et Stockholm, 1912.

— 3. *Ueber die Blasenzellen einiger Florideen und ihre Beziehung zur Abspaltung von Iod. Ibidem*, t. XIV, 1915.

— 4. *Zur Biochemie der Meeresalgen.* Hoppe-Seyler's Zeitschrift für physiologische Chemie, t. LXXXIII. Strasbourg, 1913.

Harald KYLIN. 5. *Untersuchungen über die Biochemie der Meeresalgen. Ibidem*, t. XCIV. Strasbourg, 1915.

— 6. *Weitere Beiträge zur Biochemie der Meeresalgen. Ibidem*, t. CI Strasbourg, 1918.

— 7. *Ueber die Fucosanblasen der Phæophyceen.* Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, t. XXXVI, Berlin, 1918

LAMOUROUX. 1. *Dissertations sur plusieurs espèces de Fucus connues ou nouvelles.* Paris, 1805.

— 2. *Essais sur les genres de la famille des Thalassiophytes non articulées.* Annales du Muséum d'Histoire naturelle, t. XX. Paris 1813.

— 3. Article *Gélidie* in Dictionnaire classique d'Histoire naturelle de BORY, t. VII, Paris, 1825.

L. LAPICQUE. *Emploi des Algues marines pour l'alimentation des chevaux.* Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CLXVII. Paris, 1918 ; sous le même titre, l'auteur a publié une Note un peu plus étendue dans le *Bulletin du Muséum*, t. XXIV, n° 7. Paris, 1918.

DE LA PYLAIE. 1. *Quelques observations sur les productions de l'île de Terre-Neuve, et sur quelques Algues de la côte de France appartenant au genre Laminaire.* Annales des Sciences naturelles, t. IV. Paris, 1824.

— 2. *Flore de Terre Neuve et des îles Saint-Pierre et Miclon.* Paris 1829.

DE LA TOURRETTE. *Dissertation botanique sur le* Fucus Helminthochorton, *ou vermifuge de Corse improprement appelé Mousse, Coralline, etc., contenant des recherches sur quelques plantes Cryptogames.* Observations sur la Physique, sur l'Histoire naturelle et sur les Arts t. XX. Paris, 1782.

Edouard LEFRANC. 1. *Les* Roccella *et le* Rytiphlæa tinctoria *de la Méditerranée par devant la pourpre de Tyr.* Bulletin de la Société botanique de France, t. XXI. Paris, 1874.

— 2. *De l'*Helminthochorton *et de la mousse de Corse chez les anciens. Ibidem*, t. XXI. Paris, 1874.

LEMAN Art. *Fucus* in *Dictionnaire des Sciences naturelles de* LEVRAULT, t. XVII Strasbourg et Paris. 1820 et art. *Laminaria*, t. XXV, 1822.

M^me^ Paul Lemoine. 1. *Répartition et mode de vie du Maërl* (Lithothamnion calcareum) *aux environs de Concarneau (Finistère)*. Annales de l'Institut océanographique, t. I. Paris, 1910.

— 2. *Quelques expériences sur la croissance des Algues marines à Roscoff*. Bulletin de l'Institut océanographique, n° 277. Monaco, 1913.

Letts et Richards. Voyez Board of Agriculture.

J. Lightfoot. *Flora scotica*. Londres, 1777.

Vaughan Mac Caughey. *Algæ of the Hawaiian Archipelago*. Botanical Gazette, t. LXV. Chicago, 1918.

Macquer. Art. *Alkali* et art. *Soude*, in *Dictionnaire de Chimie*, 2e édition. Paris, 1778.

C. Mangenot. *Des Algues utiles*. Thèse d'Agrégation. Paris, 1883.

Maquenne. *Les sucres et leurs principaux dérivés*. Paris, 1900.

Eugène Marchand. *Composition des cendres de* Fucus. Journal de pharmacie et de chimie, 4e série, t. II. Paris, 1865.

Léon Marchand. *Note sur la Phycocolle ou gélatine végétale produite par les Algues*. Bulletin de la Société botanique de France, t. XXVI. Paris, 1879.

Marcorelle. *Mémoire sur le salicor*. Mémoires de Mathématiques et de Physique présentés à l'Académie royale des Sciences par divers savants, t. V. Paris, 1768.

Camille Matignon. *L'industrie de l'iode, son histoire, son état actuel*. Revue générale des Sciences, t. XXV. Paris, 1914.

Hidesaburo Matsui. 1. *Chemical Studies in some marine Algæ; chief Material of « Kanten »*. Journal of the College of Agriculture, t. V, n° 4. Tokyo, 1916.

— 2. *On the Relation between the chemical Constituents of "Asakusa-nori"* (Porphyra laciniata) *and its Quality*. *Ibidem*., Tokyo, 1916.

Ch. Ménier. *Falsification de la gelée de groseille du commerce découverte par les Diatomées*. Journal de Médecine de l'Ouest, Nantes, 1879.

Moffatt. *Seaweed as a source of potash for agriculture*. Transactions of the Highland and agricultural Society of Scotland. Edimbourg, 1915.

Mérat. Article *Fucus*, in Dictionnaire des Sciences médicales, t. XVII. Paris, 1819.

Dr Miquel. *Septième Mémoire sur les organismes microscopiques de l'air et des eaux.* Annuaire de l'Observatoire de Montsouris pour l'an 1885. Paris, 1885.

Moquin-Tandon. Voyez André Frédol.

Ed. Moride. *Fabrication des charbons de varechs. Nouvelle méthode d'en extraire le brome et l'iode et de doser ce dernier corps au moyen des hyposulfites alcalins.* Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. LXII. Paris, 1866.

H. Morin. *Sur la gélose. Ibidem,* t. XC. Paris, 1880.

K. Okamura. 1. *On Laminaria of Japan.* Botanical Magazine, t. X. Tokyo, 1896.

— 2. *Illustrations of the marine Algæ of Japan.* Tokyo, 1901.

— 3. *Icones of Japanese Algæ,* t. I à IV. Tokyo, 1907-1916, en cours de publication.

Yusuru Okuda et Seisaku Nakayama. *On the Quality of "Asakusa-nori".* Journal of the College of Agriculture, t. V, nº 4. Tokyo, 1916.

Yusuru Okuda et Toku Eto. *On the Form of Iodine in marine Algæ. Ibidem,* t. V. Tokyo, 1916.

F. Oltmanns. *Morphologie und Biologie der Algen.* Iéna, 1904, 2 vol.

C.-H. Ostenfeld. *Sea-Grasses.* Report on the Danish oceanographical Expeditions 1908-1910. Copenhague, 1918.

Payen. *Sur la gélose et les nids de Salangane.* Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. XLIX. Paris, 1859.

Edmond Perrier. *Les Algues marines alimentaires.* Le monde vivant. Causerie scientifique. Feuilleton du *Temps* du 22 mars 1918.

E. Perrot et C.-L. Gatin. *Les Algues marines utiles et en particulier les Algues alimentaires d'Extrême-Orient.* Annales de l'Institut océanographique, t. III. Paris, 1912.

Pesnelle. *Coutume de Normandie,* 3e édition. Rouen, 1759.

Isidore Pierre. 1. Art. *Tangue* et art. *Varech,* in Moll et Gayot. *Encyclopédie pratique de l'agriculteur,* t. XIII. Paris, 1871. L'article *Varech* est une édition modifiée de l'article *Goémon* paru dans le t. VIII, en 1863.

2. *Etudes sur les engrais de mer des côtes de la Basse-Normandie (Manche et Calvados).* Mémoires de la Société linnéenne de Normandie, t. IX, Caen, 1853.

PORUMBARU. *Sur la gélose*. Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. XC, 1880.

PREDA. *Algæ*. Flora italica Cryptogama, 1909.

M. RADAIS. *Rapport de la classe 54, section française*. Exposition universelle et internationale de Bruxelles 1910. Paris, 1912.

REBER. Voy. CLOUET.

Minnie REED. *The economic sea-weeds of Hawaii and their food value*. Annual report of the Hawaii agricultural experiment Station for 1906. Washington, 1907.

Alexandre SAINT-YVES. *De l'utilité des Algues marines*. Paris, 1879.

H. SALLE et Cie. *L'industrie des Algues marines au Japon. Fabrication de l'Agar-Agar*. Annales de la Drogue et de ses dérivés, t. VII, Paris, 1912.

C. SAUVAGEAU. 1. *Sur les feuilles de quelques Monocotylédones aquatiques*. Annales des Sciences naturelles. Botanique, série 7, t. XIII. Paris, 1891.

— 2. *Note préliminaire sur les Algues marines du golfe de Gascogne*. Journal de Botanique, t. XI. Paris, 1897.

— 3. *A propos du* Colpomenia sinuosa *signalé dans les huîtrières de la Rivière de Vannes*. Bulletin de la Station biologique d'Arcachon, 9e année, 1906.

— 4. *Le verdissement des huîtres par la Diatomée bleue*. *Ibidem*, 10e année. Bordeaux, 1907.

— 5. *Le professeur David Carazzi, les huîtres de Marennes et la Diatomée bleue*. Bordeaux, 1908.

— 6. *Sur la coloration des Floridées*. Comptes rendus de la Société de Biologie, t. LXIV. Paris, 1908.

— 7. *Sur deux* Fucus *récoltés à Arcachon* (Fucus platycarpus *et* F. lutarius). Bulletin de la Station biologique d'Arcachon, 11e année, Bordeaux, 1908.

— 8. *Une question de nomenclature botanique*, Fucus platycarpus *ou* Fucus spiralis. *Ibidem*, 12e année, Bordeaux, 1909.

— 9. *A propos des* Cystoseira *de Banyuls et de Guéthary*. *Ibidem*, 14e année, Bordeaux, 1912.

— 10. *Sur une nouvelle espèce de* Fucus, F. dichotomus *Sauv*. Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CLX. Paris, 1915.

C. SAUVAGEAU. 11. *Réflexions sur les analyses chimiques d'Algues marines.* Revue générale des Sciences. Paris, n° du 15 octobre 1918.

— 12. *Sur la dissémination et la naturalisation de quelques Algues marines.* Bulletin de l'Institut océanographique, n° 342. Monaco, 1918.

— 13. *Recherches sur les Laminaires des côtes de France.* Mémoires de l'Académie des Sciences, t. LVI. Paris, 1918.

C. SAUVAGEAU et Louis MOREAU. *Sur l'alimentation du cheval par les Algues marines.* Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CLXVIII. Paris, 1919.

Heinrich SCHENCK. *Kryptogamen.* Lehrbuch der Botanik de STRASBURGER, etc., 12e édition. Iéna, 1913.

Fr. SCHMITZ. *Neue Japanische Florideen von K.* OKAMURA. Hedwigia, t. XXXIII, 1894.

SCHÜBELER. *Viridarium norvegicum.* Christiania, 1886-1889.

Adrienne SEGERS-LAUREYS. *Recherches sur la composition et la structure de quelques Algues officinales.* Recueil de l'Institut botanique Leo Errera, t. IX. Bruxelles, 1913.

W.-A. SETCHELL. 1. *Limu.* University of California Publications in Botany, t. II, Berkeley, 1905.

— 2. *The Kelp of the United States and Alaska,* in CAMERON. *Fertilizer resources,* etc., p. 175.

F.-T. SHUTT. *La potasse en agriculture.* Ministère de l'Agriculture, Fermes expérimentales, Service de la chimie, Circulaire n° 7. Ottawa, 1914.

C. SKOTTSBERG. *Zur Kenntnis der subantarktischen und antarktischen Meeresalgen, I. Phaeophyceen.* Wissenschaftliche Ergebnisse der schwedischen Südpolar-Expedition 1901-1903. Stockholm, 1907.

Hugh M. SMITH. 1. *The Fisheries of Japan. Utilization of Algæ.* Bulletin of the U. S. Fish Commission, 1893. Washington, 1894.

— 2. *The Seaweed Industries of Japan.* Bulletin of the Bureau of Fisheries, t. XXIV for 1904. Washington, 1905.

— 3. *The utilization of Seaweeds in the United States. Ibidem.* Washington, 1905.

Watson Smith. *E.-C.-C. Stanford's new Method of treating Seaweed.* International inventions exhibition, London. Journal of the Society of chemical Industry, t. IV. Manchester, 1885.

Société d'Agriculture de Cherbourg. *Mémoire sur la récolte du varech.* Séance du 14 mai 1857.

Stackhouse. *Nereis britannica.* Bath, 1801.

E.-C.-C. Stanford. 1. *On the economic applications of Seaweed.* Journal of the Society of Arts. Londres, 1862.

— 2. *On the manufacture of Kelp.* Pharmaceutical Journal, avril 1862.

— 3. *On the manufacture of iodine.* Chemical news, t. XXXV. Londres, 1877.

— 4. *On Algin : a new substance obtained from some of the commoner species of marine Algæ.* Chemical news, t. XLVII. Londres, 1883.

— 5. *Improvements in the Manufacture of Algin and other useful Products from Seaweeds.* Engl. Pat. 13.433. Octobre 1884. Résumé in *Journal of Society Chemical Industry*, t. IV. Manchester, 1885.

Guy R. Stewart. *Availability of the nitrogen in Pacific coast Kelps.* Journal of Agricultural research, t. IV. Washington, 1915.

W.-F.-R. Suringar. *Algæ Japonicæ musei botanici lugduno-batavi.* Harlem, 1870.

James G. Swan. *Notes on the Fisheries and the Fishery Industries of Puget Sound. — On the economic Value of the Giant Kelp and other Seaweeds of the northwest Coast of north America.* Bulletin of the U. S. Fish commission, t. XIII, for 1893. Washington, 1894.

Mary Davies Swartz. *Nutrition Investigations on the carbohydrates of Lichens, Algæ, and related substances.* Transactions of the Connecticut Academy of arts and sciences, t. XVI. New-Haven, 1911.

Dr Thiercelin. *Sur la préparation des cendres destinées à l'extraction de l'iode des plantes marines appelées varechs.* Bulletin de la Société chimique de Paris, t. XXXIII. Paris, 1880.

Thoulet. *L'océanographie, ses lois et ses problèmes.* Paris, 1904.

Tillet. *Observations faites par ordre du Roi, sur les côtes de Normandie, au sujet des effets pernicieux qui sont attribués, dans le pays de Caux, à la fumée du Varech, lorsqu'on brûle cette plante pour la*

réduire en Soude. Histoire de l'Académie royale des Sciences, année 1771. Mémoires, p. 307. Paris, 1774.
TSCHIRCH. Article *Carrageen*, in MOELLER et THOMS, Real-Enzyklopädie der gesamten Pharmazie, t. III. Berlin, 1904.
Dawson TURNER. *Fuci*, Londres, 4 volumes 1808-1819.
J.-W. TURRENTINE. *The technology of the Seaweed industry*. Appendice Q. in CAMERON, *Fertilizer Resources*, etc., p. 237.
R.-J. VALIN. *Nouveau commentaire sur l'Ordonnance de la marine du mois d'août 1681*, t. II. La Rochelle, 1760.
Camille VALLAUX. *La Basse Bretagne. Etude de géographie humaine*. Thèse de Doctorat ès-lettres. Paris, 1906.
H.-J. WHEELER et B.-L. HARTWELL. *Sea-Weeds. — Their agricultural value and the chemical composition of certain species*. Rhode Island Agricultural Experiment Station. Bulletin 21, 1893.
K. YENDO. 1. *Uses of marine Algæ in Japan*. Postelsia, St Paul, 1902.
— 2. *A Monograph of the genus* Alaria. Journal of the College of Science, Imperial university of Tokyo, t. XLIII. Tokyo, 1919.

TABLE DES NOMS D'AUTEURS

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

(Les noms botaniques synonymes sont imprimés en caractères italiques).

TABLE SYSTÉMATIQUE DES MATIÈRES

INTRODUCTION
ET GÉNÉRALITÉS SUR LES PLANTES MARINES

CHAPITRE PREMIER

Le goémon et la récolte du goémon.

CHAPITRE II

Utilisation agricole du goémon.

CHAPITRE III

Utilisation industrielle des Algues brunes

CHAPITRE IV

Utilisation industrielle des Algues rouges.

CHAPITRE V

Utilisation des Algues marines pour l'alimentation de l'homme et des animaux.

CHAPITRE VI

Usages divers et culture des Algues marines.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

TABLE DES BIBLIOTHÈQUES

DIRECTEUR : Dr TOULOUSE, Directeur de Laboratoire à l'École des Hautes-Études.

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL : H. PIÉRON.

DIRECTEURS DES BIBLIOTHÈQUES :

1. *Philosophie des Sciences.* A. REY, professeur d'Histoire de la Philosophie dans ses rapports avec la Science à la Sorbonne.

I. SCIENCES PURES

A. Sciences mathématiques :

2. *Mathématiques* . . . J. DRACH, chargé de cours à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.
3. *Mécanique* . . . . J. DRACH, chargé de cours à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.

B. Sciences inorganiques :

4. *Physique.* . . . . A. LEDUC, professeur adjoint de physique à la Sorbonne.
5. *Chimie physique* . . J. PERRIN, professeur de chimie-physique à la Sorbonne.
6. *Chimie* . . . . . A. PICTET, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Genève.
7. *Astronomie et Physique céleste* . . . . . J. MASCART, professeur à l'Université, directeur de l'Observatoire de Lyon.
8. *Météorologie*. . . . J. MASCART, professeur à l'Université, directeur de l'Observatoire de Lyon.
9. *Minéralogie et Pétrographie.* . . . . A. LACROIX, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.

10. *Géologie* . . . . . M. Boule, professeur au Muséum d'Histoire naturelle, directeur de l'Institut de Paléontologie humaine.

11. *Océanographie physique* . . . . . . J. Richard, directeur du Musée Océanographique de Monaco.

C. Sciences biologiques normatives :

12. *Biologie générale* M. Caullery, professeur de zoologie à la Sorbonne.

13. *Physique biologique* . A. Imbert, professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Montpellier.

14. *Chimie biologique* . . G. Bertrand, professeur de chimie biologique à la Sorbonne, professeur à l'Institut Pasteur.

15. *Physiologie et Pathologie végétales* . . . L. Mangin, de l'Institut, directeur du Muséum d'Histoire naturelle.

16. *Physiologie* . . . . J.-P. Langlois, professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris, directeur de la *Revue générale des Sciences*.

17. *Psychologie* . . . . E. Toulouse, directeur de Laboratoire à l'École des Hautes-Études, médecin en chef de l'asile de Villejuif.

18. *Sociologie* . . . . G. Richard, professeur à la Faculté des Lettres de l'Université de Bordeaux.

19. *Microbiologie et Parasitologie* . . . . A. Calmette, professeur à la Faculté de Médecine de l'Université, directeur de l'Institut Pasteur de Lille, et F. Bezançon, professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Paris, médecin des Hôpitaux.

20. *Pathologie.*
- A. *Patholog. médicale* . M. Klippel, médecin des Hôpitaux de Paris.
- B. *Neurologie* . . . E. Toulouse, directeur de Laboratoire à l'École des Hautes-Études, médecin en chef de l'asile de Villejuif.
- C. *Path. chirurgicale* . L. Picqué, chirurgien des Hôpitaux de Paris.

D. Sciences biologiques descriptives :

21. *Paléontologie* . . . M. Boule, professeur au Muséum d'Histoire naturelle, directeur de l'Institut de Paléontologie humaine.

22. *Botanique.* A. *Généralités et phanérogames* . .	H. Lecomte, de l'Institut, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.
B *Cryptogames.* . .	L. Mangin, de l'Institut, directeur du Muséum d'Histoire naturelle.
23. *Zoologie*	G. Loisel, directeur de Laboratoire à l'Ecole des Hautes-Études.
24. *Anatomie et Embryologie*	G. Loisel, directeur de Laboratoire à l'École des Hautes-Études.
25. *Anthropologie et Ethnographie.*	G. Papillault, directeur-adjoint du Laboratoire d'Anthropologie à l'Ecole des Hautes-Etudes, professeur à l'École d'Anthropologie.
26. *Economie politique* . .	G. Renard, professeur d'Histoire du Travail au Collège de France.

II. Sciences appliquées

A. Sciences mathématiques :

27. *Mathématiques appliquées*	M. d'Ocagne, professeur à l'École Polytechnique et à l'École des Ponts et Chaussées.
28. *Mécanique appliquée et génie*	M. d'Ocagne, professeur à l'École Polytechnique et à l'École des Ponts et Chaussées.

B. Sciences inorganiques :

29. *Industries physiques* .	H. Chaumat, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, sous-directeur de l'École supérieure d'Électricité de Paris.
30. *Photographie* . . .	A. Seyewetz, sous-directeur de l'École de Chimie industrielle de Lyon.
31. *Industries chimiques* .	J Derôme, isnpecteur général de l'Instruction publique, inspecteur des Établissements classés.
32. *Géologie et minéralogie appliquées*	L. Cayeux, professeur au Collège de France et à l'Institut national agronomique.
33. *Construction*	N...

C. Sciences biologiques :

34. *Industries biologiques* .	G. Bertrand, professeur de chimie biologique à la Sorbonne, professeur à l'Institut Pasteur.

35. *Botanique appliquée et agriculture* . .
   A. *Phanérogames* . H. Lecomte, de l'Institut, professeur au Muséum d'Histoire naturelle.
   B. *Cryptogames* . L. Mangin, de l'Institut, directeur du Muséum d'Histoire naturelle.

36. *Zoologie appliquée*. . J. Pellegrin, assistant au Muséum d'Histoire naturelle.

37. *Thérapeutique générale et pharmacologie*. . G. Pouchet, membre de l'Académie de médecine, professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Paris.

38. *Hygiène et médecine publiques* . . . . A. Calmette, professeur à la Faculté de Médecine de l'Université, directeur de l'Institut Pasteur de Lille.

39. *Psychologie appliquée*. E. Toulouse, directeur de Laboratoire à l'École des Hautes-Études, médecin en chef de l'asile de Villejuif.

40. *Sociologie appliquée* . Th. Ruyssen, professeur à la Faculté des Lettres de l'Université de Bordeaux.

M. Albert Maire, bibliothécaire à la Sorbonne, est chargé de l'*Index* de l'Encyclopédie scientifique.

SAINT-AMAND (CHER). — IMPRIMERIE BUSSIÈRE.